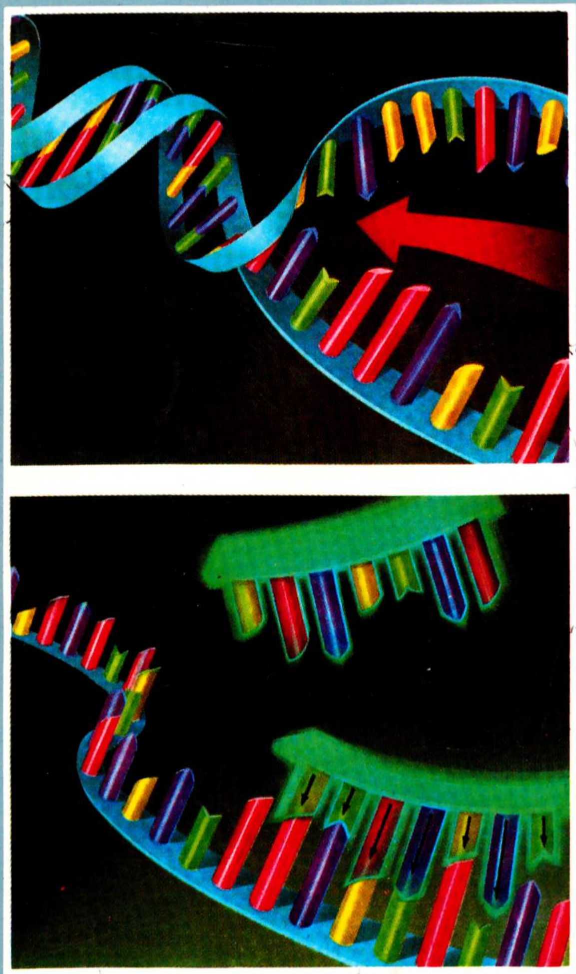
جاك مونو

المصادفة والضرورة

محاولة في الفلسفة الطبيعية للبيولوجيا الحديثة



ترجمة د. عصام المياس

سلسلة الكتب العلمية 6

معهد الإنماء العربي

المصادفة والضرورة

للكتاب ترجمة أخرى صادرة سنة 1998
عن دار طلاس للدراسات والنشر
قام بها حافظ الجمالي
تحت عنوان: المصادفة والضرورة: محاولة في الفلسفة
الطبيعية لعلم الحياة الحديث

جاك مونو
المصادفة والضرورة
ترجمة د. عصام مياس

معهد الانماء العربي.
ص. ب: 14/5300
بيروت ـ لبنان

تصميم وتنفيذ الغلاف: كريم الحاج وإيليا سلبا

طبع في مطابع شركة تكنوبرس الحديثة ش.م.ل

معهد الإنماء العربي

المصادفة والضرورة

محاولة في الفلسفة الطبيعية للبيولوجيا الحديثة

جاك مونو

ترجمة د. عصام المياس

مراجعة د. جاك قبانجي

سلسلة الكتب العلمية ـ 6

بإشراف د. محمد دبس

574.01 مونو، جاك، 1910-1976.
M 751 المصادفة والضرورة: محـاولة في الفلسفـة الطبيعية للبيـولوجيـا الحديثة/جاك مونو؛ ترجمة عصام مياس. ــــ بيروت: معهـد الانماء العربي، 1988.
176 ص.: إيض.؛ 24 سم. ــــ (سلسلة الكتب العلمية؛ 6).
في رأس العنوان: معهد الإنماء العربي.
يشتمل على هوامش ببليوغرافية.
1. التطـور البيولـوجي ــــ فلسفة ونظـريات. 2. المعـرفـة.
أ. ميّاس، عصام، متـرجم. ب. العنوان. ج. السلسلـة: معهـد الإنماء العربي. سلسلة الكتب العلمية؛ 6.

المحتويات

استهــــلال

ليس من مهمــة هذه الكلمــات أن تعــرّف بجــاك مــونــو Jacques Monod. فهــو اكتسب من الشهرة العلمية، مذ كُرِّس ركناً علمياً عالمياً في العام 1965، ما يعفيه من أي تعريف. كما ليس من همّها تقريب عمله للفهم. فهذا، بــالتحديــد، ما حــاوله هــو نفسه، هنا، من خلال تقصير المسافة بين العلم المضبوط وجمهور المتعلمين.

ما نودّ أن نقوله هنا، هو أن عمــل مونــو هذا المُعنــوَن «المصادفــة والضرورة» قد تنطّح لإنجاز إسهام مميّز يعتبره البعض حاسماً علمياً وفلسفياً وابستمولوجياً.

وقد يكون معبّراً بصورة خاصة، أن نتوقف في هذا السياق، أمام التقييم النقــدي الذي لا يكنّ تعاطفــاً غير مشروط إزاء نتــائج عمــل هذا العــالِم اللامــع من الزاويــة الأبستمولوجية على وجه الدقة. وهي وقفة ترينا المفاعيل الفــائقة الأهميــة لأثر مــونو العلمي ـ الفلسفي حتى في عين نقدٍ معترض.

فقــد اعتبَر هــذا النقد[1] أن كتــاب «المصادفــة والضرورة» يقدّم دحضــاً حاسمــاً للوضعية التي طالما سادت بين باحثي العلوم المضبوطة، والتي أقــامت حاجــزاً منيعاً بين تقدّم العلوم والتقنيات من ناحية والفكــر الفلسفي من ناحيــة ثانيــة. أليس جاك مونو هو القائل بأن الحاجة إلى ابستمولوجيا نقدية قد استشعرت منذ نهــاية القــرن التاسع عشر باعتبارها شرطاً للمعرفة العلمية نفسها.

(1) بيار بواتو، مناقبية جاك مونو المثالية عمداً، مجلة الفكر، العدد 155، شبــاط ـ فبرايــر 1971، باريس، ص 55 - 77.

إن إسهام جاك مونو الأصيل يكمن، علمياً، في كونه «يضيء بتميّز خصائص استقلاب الكائنات الحية... ويوجه فلسفياً ضربات حاسمة للنزعة الحيوية التي يبرهن، نهائياً، طابعها الادعائي على قاعدة اختبارية لا يرقى إليها الشك»(2).

لعل من هذه الكلمات الموجزة ما يغني عن الإطالة حول الكتاب وصاحبه.

* * *

يبقى أن نبرّر استخدامنا لبعض المصطلحات في النص المترجم.

يستخدم جاك مونو مصطلح Téléonomie لتوصيف نشاط «موجه، متماسك وبنّاء».

وقد ارتأينا أن نعتمد مقابلاً له كلمة مآلية، ومصدرها أَوْل. آل الشيء يؤول أولاً ومآلاً. وهي تعني الرجوع. كما تعني صار إلى. ومن هنا القول: طبخت النبيذ حتى آل إلى الثلث أو الربع (ابن منظور، لسان العرب).

وتبرير ذلك يكمن في اعتبارين:

- تمييزاً لمصطلح Téléonomie الذي ينطوي في أصله اليوناني على دلالة القانون ـ الناموس Nomos، عن الغائية Finalisme والهدفية، وكلاهما نشاط مدرك عادة، ولا ينطويان على معنى الناموس.
- إن المعنى الذي قصده مونو من وراء استخدامه لهذا المصطلح إنما يقوم في الإشارة إلى أن الأمر يتعلق بظاهرة فيزيائية موجهة.

وبذلك فإن اعتمادنا للمآلية كمقابل له إنما هو ناتج عن وضوح الإلزام فيها، مما يفي بالغرض الدلالي.

أما مصطلح Simulation فهو يشير في نص مونو إلى تقليد نموذج معطى. ولذلك اعتمدنا مصطلح المحاكاة، من حاكى يحاكي، كمعادل له في الترجمة.

* * *

لقد ارتأينا أن نستعيض عن تقديم كتاب مونو الهام هذا بنصٍّ مترجم للأستاذة مادلين بارتيليمي ـ مادول، كتبته بُعيد وفاة المؤلف العالِم. تبرير ذلك أن الكاتبة لم

---

(2) ـ المرجع نفسه، ص 61.

تكتف بالتقريظ وإنما آثرت الـدخول في نقـاش أبستمولـوجي مع جـاك مونـو بهدف كشف غنى خطابه وتنـاقضاتـه في آن. وقد يشكـل ذلك أفضـل تقديم لنص متعـدِّد الوظائف والدلالات.

وأخيراً، لا بد من التنويه بالمصاعب الجمة التي تواجه محاولة ترجمة نص علمي ـ فلسفي من وزن كتاب مونو هذا. وما يبرر الإقدام هنا، على رغم بعض الهنات التي قد تكون علقت بـالنص المترجم، هـو أن الرغبـة بالاتصـال بالنتـاج العلمي العالمي، الذي كوفىء صاحبه، في حالتنا هذه، بجائزة نوبل للبيولوجيا، تستحق المخاطرة.

أحكام القيمة وأحكام الواقع
في منظور جاك مونو(*)

مادلين بارتيليمي ـ مادول(**)

ترجمة د. جاك قبانجي

إلى ذكرى جاك مونو

هذه المجادلة التي تروم التكريم.

لا نتطرق هنا للمستوى البيولوجي فقط، بل للصلة المعقدة التي تربطه بالمستوى الانساني. فعلى تشابك هذين المستويين يتوقف، في الواقع، فعل التأثير المضاعف «لأحكام القيمة» و«أحكام الواقع» وتلاقيها معاً.

يمكننا أن نميز لحظات عدة في فكر جاك مونو، مع أن الطروحات (الموضوعات) الأساسية لا تتبدل، وإنما تتغير صياغتها. وتتطابق هذه اللحظات مع نصّين، خطاب مونو الافتتاحي في الكوليج دو فرانس Collège de France (1969)، وكتابه المصادفة والضرورة (1972)(***). ويحتمل أن النوع الأدبي الخاص بكلا النصين يحكم الاختلافات (ليس كلها): فالكتاب يفصح عما هو في الخطاب مجرد فتح آفاق واسعة ويطوره تقنياً. وسوف نحلّل، بالتتابع، هاتين المرحلتين، كما سنباشر بالتالي تحليلاً للأسباب التي نقدر أنها تدعم نقدنا.

إن القيم التي حبلت بها الانسانوية Humanisme تشكل، في الخطاب (المقال)،

(*) في مجلة «الاقتصاد والمجتمع»، العدد 3، المجلد 11، آذار/مارس 1977، ص 485-492 Economie et Societe, Mars 1977 Tome XI, NO 3. pp. 485-492.

(**) Mdeleine Barthelemy، استاذة في جامعة بيكاردي Pacardie.

(***) في الواقع، نشر هذا الكتاب عام 1970 عن دار سوي Seuil، باريس (المترجم).

شبكـة من الأحكام ينقلهـا الناس بعضهم للبعض الآخـر. ونقل المعـارف هذا يتعلق (ينشأ عن) بالتواصل الخلـوي وبالاعـلام الذي يتحكم بـالظاهـرات العضويـة كما بانتشار الأفكار. إن جاك مونو شديد الميل للكلام عن انتقاء الأفكار كما نتحدث نحن عن انتقاء الأنواع. وعلى رغم تنصله من ذلك، فإنـه لا يقاوم حجـة «ضغط الانتقاء» كي يبرر استمرار هذا التيار الثقافي أو ذاك كما تكاثره. ومن يقـول «ضغط الانتقاء» يقـول انتقاء. إذاً، إن احكـام القيمة يمكن إرجـاعها (اختـزالهـا)، في النهـايـة، إلى تأكيدات واقعية على المستوى الجزيئي. ولا يمنع ذلك إطـلاقاً تميـز حكم القيمة عن حكم الواقع. لنقـل فقط إن عالمـاً يعرف بـالكامـل الظاهـرات الخلويـة والجزيئيـة، ورافعتهـا الارث الوراثي، سيتمكن من تقـديم معادل لمـا يسمى حكم القيمة. وهـذا الحكم لن يسلم العنصر ـ قيمة ـ إلّا بكونـه ظاهـرة فرعيـة ذاتية تعبـر عن الإغراء (الجاذبية) والأفضلية المكرسين والصائرين مطلقين absolutisés.

فما هي في الواقع القيمة، ومـا هو حكم القيمـة في التقليد الفلسفي؟ إن السيـدة أمـادو ليفي ـ فالنسي Amado Levy-Valensi أشـارت وبحق في عدد سـابق من هـذه المجلة، عنصر «الوزن» المتضمن في الأصل اللغوي اليوناني للتعبير ـ قيمة: ان تعبـير «هيمنة» يسمح بالانتقال من الوزن إلى القيمة[1]. وفي الـواقع، فـإن الذي «يسـاوي» أكثر يتقدم على الذي يساوي أقل. والـذي يساوي يؤسس، انطـلاقاً من ذلـك، نظام أولويات. كما يرجع (يحيل) إذاً مباشرة إلى حكم يطرح نظـام الأولويـات هذا كنـوع من القـانون المـوضوعي. والقيمـة وحكم القيمة يتضمنـان، إذاً، خليطاً مفـارقـاً من الذاتية ـ والموضوعية، على سبيل الادعاء على الأقل.

إذ إن جـاك مونـو يظهر تجـابه أحكـام القيمة وأحكـام الواقـع في الصراع الذي يعارض المعتقدات الدينية القديمة، الميتافيزيقية و«الاحيائيـة»، بالقنـاعات العلميـة. فالمعتقدات القديمة معطاة كقيم دون أن تبرر بأي واقع. بينما القناعـات العلمية هي مـوضوعيـة. وتكريس مـوضوعيتهـا يرتكـز إلى حكم قيمة ينـذر الإنسـان، من الآن فصاعداً، لبداهة الوقائـع الحصرية. إن حكم القيمـة الأول والأخير لانسـانية مقـرة بالموضوعية سيكون إضفاء القيمة على ما هو غريب جوهـرياً عن القيمـة، أي العلم. «فبهذا الاختيار يؤكد (رجل العلم) انتسابه إلى منظومة Système قيم. وسـواء كان ذلك مقصوداً أم لا فإنه (أي رجل العلم) يضطلع بمناقبية مـا». وهذه المنـاقبية هي خضوع للواقع أي للاقيمـة. وهذا الخضـوع يضفي، باعتبـاره اختياراً، قيمـة على اللاقيمة. وتصبح المعرفـة بذلـك قيمة سـامية. فيمـا يسبغ العلم، بـاعتباره معـرفة موضوعية بتميّز، سلطان الذهن عـلى العلماء الـذي حلم به نيتشـه. وهو سلطـان في

«الفلك الفكري» Noosphere كما يقول جاك مونو، طبقاً لمصطلح استعاره بغرابة من تيار دو شاردان Theilhard de Chardin.

قد يبدو أن العلاقة بين حكم الواقع وحكم القيمة، كما طرحت في الخطاب الافتتاحي، واضحة جداً. إذ لا يتم اختيار الواقع. وإنما يختار ما كان صاغه ديكارت Descartes ومالبرانش Malebranche كـ «اتجاه متيقظ» نحو بداهة الواقع. إن هذه الإرادة تنطوي على رفض الأوهام ونزوات المخيلة الخ. ولذلك، فعلى حريتنا يتوقف الأمر: أن نستبقي الواقع أو أن نستسلم للحلم. إن موقف الفلاسفة الكلاسيكيين يتضمن الاختيار والحرية. ولكن ماذا يمثل الاختيار والحرية بالنسبة لمفكر يرفض الايديولوجيات ويعتبر الانسان كنتاج للمصادفة، أي بالمناسبة كنتاج لإوالية mechanisme التحوّلات (الطفرات) الوراثية؟ إن القيم والاختيار الذي يكرسها هي، إذن، قابلة للاختزال في الوقائع (سلسلة المحدِّدات الوراثية المتضمنة أخطاءها الاحصائية). والانتقال من نظام الوقائع إلى نظام القيم لا قوام (صلابة) له إذا كانت القيم مدفوعة بإوالية اختزالية لأن تكون، في النهاية، مجرد وقائع يتجاهل بعضها البعض الآخر. فما يبرر الانتقال من نظام لآخر هو فعل حر متمرد على ضرورة الوقائع حتى ولو كان موقفاً إيديولوجياً. لكن جاك مونو قطع طريق الايديولوجيا برفضه القصدي من ناحية، وبطرح إوالية لا يفوتها شيء من ناحية أخرى. إن الايديولوجيا لا يمكنها أن تقوم حتى بإشارة وداع أخيرة قبل أن تختفي: أي تكريس قيمة اللاقيمة بمعنى الموضوعية.

وهكذا، ففي الخطاب الافتتاحي، يصيغ جاك مونو نظرية آلية (ميكانيكية) للوراثة، أي تصوراً للموضوعية مطابقاً لهذه الإوالية وسبق تحديده بتعارضه مع الغائية وهو تمفصل مثير للاهتمام لحكم القيمة على حكم الواقع: 1 ـ معارضة أحكام القيمة المؤسسة للايديولوجيات القديمة بأحكام الواقع المكونة للعلوم، 2 ـ تكريس سمو (سيادة) أحكام الواقع المكونة للعلوم وبالتالي للمعرفة الموضوعية من خلال حكم قيمة هو أساس لمناقبية جديدة.

لا نعتقد أنه باستطاعتنا بعد الحديث عن قيمة بالمعنى الفلسفي للتعبير عندما يكون المخرج الوحيد المطروح هو الآلية (الميكانيكية) ـ الغائية دونما اعتبار للديالكتيك. ان القيمة، بالمعنى الذي تؤسس فيه مناقبية، تبدو لنا أنها تلتمس اختياراً ايديولوجياً يعيد إحياء الايديولوجيات القديمة أو يتطلب تصوراً جديداً للايديولوجيا لا أجد له أثراً في النص. ففي رأيي أن الانتقال من المعرفة العلمية الى

التزامات الانسان في العالم يستوجب توسطاً لا يحتمل غيابه (في هذا النص) أي جدل.

أيساعدنا كتاب المصادفة والضرورة الرائع في حل هذه المسألة؟ يلاحظ مونو منذ الفصل الأول الطابع «الاسقاطي» للحي بالقياس إلى موضوعية الأشياء. في الفصل الثامن تطرأ دراسة «المحاكاة» simulation التي تميز إلى حد ما الفقاريات العليا والانسان بالتخصيص دون سائر الأحياء. «حاكى» بالنسبة لجاك مونو[2] هو تخيَّل، «لعبَ بمعنى ما» سلوكاً ما مقدماً، أي خلق تركيبات جديدة، وقدم لذاته وللآخر برامج نشاط. فمن ناحية أولى، تبدو لي هذه الوظيفة المحاكية وثيقة الصلة بالاسقاطي، في بُعد هو في الآن نفسه استمرارية وانقطاع: استمرارية لأن ثمة، في الحالتين، صياغة لانجاز آتٍ، وتقطّع إذ ان في انتاج المشروع الانساني نشاط مفكر منهمك في مسار نظري ـ عملي. ومن ناحية أخرى، نلمح لعبة الاختيار وإضفاء القيمة بالمعنى الذي يؤدي فيه طرح الهدف وتسديده إلى «هيمنته» (أي الهدف). (سأعود إلى الصيغة المبرزة في السطور الأولى من هذه الدراسة). إن إضفاء القيمة موضوع الحديث هنا بالذات، لا ينطوي بالتأكيد على كثافة إيديولوجية لكلمة «قيمة». فهي ليست مسألة مناقبية ما أو انتساباً إلى نظام قيم معين. ولا يقل عن ذلك صدقاً إننا نصطدم هنا بالصعوبة نفسها المصادفة في الخطاب الافتتاحي. إذ يؤكد جاك مونو في كتابه أنه ينتمي إلى الاتجاه الآلي (الميكانيكي) والديكارتي، وقد يمكننا القول انه آخر الديكارتيين الجدد الذين يلتزمون المبادىء النظرية للفيزياء الديكارتية برفضه ميتافيزيقا الحرية. بمعنى أن الاختيار والارادة لا يمكنهما أن يكونا بعد الآن بدءاً مطلقاً بقرار من الذهن، بل إنهما ناتجان بالضرورة عن القوانين الفيزيائية والفيزيائية ـ النفسية. ماذا تعني هنا أيضاً القيمة سوى أنها إما ظاهرة فرعية فقط، أو انطباع تفضيلي يواكب جذباً ما أو دفعاً ما مؤسسين على موضوعية الأشياء؟

مع ذلك ـ وهنا المشكل المركزي ـ عندما يصل مونو إلى (منظومات Systèmes) القيم الكبرى المناقبية والسياسية فإن خطابه هو من طبيعة غير تلك التي نهجها حول الوراثة. إن ذلك ليس فقط تمييزاً بين الوقائع والقيم التي تطبعها، بل هو صدع بينها لا يمكن تجاوزه. لذلك، فإن الولاء وسعادة الناس والعدالة لا يمكنها أن تنفصل على ما بعد الآلية (الميكانيكية) التي تحدثنا عنها أعلاه. إن القارىء ليجد نفسه محشوراً بين قراءتين غير ممكنتين للنص: قراءة اختزالية آلية مادية حيث تظهر القيم في نهاية المطاف كمحصّلة ألعاب صبغية chromosomiques، وقراءة

مثالية حيث تقوم المثل والقيم والمشاريع في فلك فكري غير متجسد وبذلك تتثبت ثنائية محتمة بين الوقائع والقيم. إن تحليل مفهوم «الانسان الغجري» يقع في تقاطع هاتين القراءتين[3]. فالغجري هو استعارة لانبعاث كائن ولد من مصادفة التحولات التي سرعان ما انضبطت في مجرى الضرورة العنيد. ولكن الغجري يمكنه أن يشير أيضاً إلى ذلك الانسان الذي لا يتعرف على نفسه في الكون، الذي ينبعث كفضيحة، كمفارقة، كما يدل وجوده على عالم آخر. أية قراءة هي الأفضل، الآلية (الميكانيكية) أم المثالية، الوجودية أم حتى البسكالية(*)؟ فالقراءة الأولى تعيد تأسيس الوحدة (وحدة الكائن) بينما تنفي حقّانية «مناقبية المعرفة»، و«المثال الاشتراكي»[4]، فيما الثانية تبقي على الخطابين معاً وثمن ذلك ازدواجية (ثنائية) تؤدي إلى لا تماسك منطقي، أو تعبر عن تمزق وجودي.

وهكذا فإن التطور الذي يضيفه كتاب جاك مونو إلى الدرس الافتتاحي لا يبدو لي مقنعاً على رغم الحجج الأكثر دقة:

1 ـ إن القيمة والموضوعية ستكونان مجتمعتين في الخطاب والفعل (النشاط). إن ذلك لصحيح إذا ما اعتمدنا نظرة أولى: إن كل فعل هو مستقى من مشروع يهدف إلى تأسيس واقع أول يُقدّر أنه ممكن (ولكن ليس أي واقع وإنما ذلك الذي تضفى عليه قيمة ما) بالاستناد إلى معطيات موضوعية «واقع ثان». ان نظرة مدققة تكشف تحت هذا الوضوح الظاهري التناقض الذي قمنا بتحليله.

2 ـ إن تحديد المعرفة الحقة «يقوم على مسلّمة مناقبية النوع». ويبدو لي أنه من خلال هذا الموضوع thème المشترك في النصين اللذين تركهما مونو، فإن التناقض السابق تحليله يفعل حتى منتهاه[5].

وهكذا فإن المؤلف، كما يظهر لي، يقود إلى تناقض لا يمكن تجاوزه عبر خطابين هما معاً مسندين، أحدهما حول العلم ومبادئه النظرية، والآخر حول ممارسات الناس وايديولوجياتهم، حتى ولو كانت ايديولوجيا المعرفة الموضوعية. فلماذا هذا التناقض؟

* * *

من المهم أن نلاحظ أن التأكيدات المتعارضة ليست منتجة على نفس المستوى. فالمادية الآلية معلنة كـ «نظرية علمية» (هل يكفي شرح اكتشافات العالم؟ لا أعتقد

(*) نسبة إلى الفيلسوف الفرنسي Pascal.

ذلك كما أنه ليس لدي أهلية الحسم، ومن ناحية أخرى، فإن هذه المسألة ليست في صلب اهتمامي). وفي المقابل فإن الترابط في الفعل بين أحكام الواقع وأحكام القيمة، والذي أشار إليه مونو، يتعلق «بالممارسات». وأخيراً، فإن الاعتراف بمناقبية المعرفة يتوضّع على صعيد إيديولوجي. إذ إن هذه التمييزات في المستوى لا يُعترف بها عند مونو. على أنها، بالعكس من ذلك، تؤسس لأفكار آلتوسير Althusser السابقة على كتابات مونو باعتبارها تعود للدراسة حول الماركسية والانسانوية[6]. «وحده تصور إيديولوجي عن العالم أمكنه تخيّل مجتمعات دون ايديولوجيات وتقبّل الفكرة الطوباوية عن عالم حيث ستختفي الايديولوجيا (وليس أحد أشكالها التاريخية) دون أن تترك أثراً ليحل مكانها العلم. إن هذه الأتوبيا تتمثل (على سبيل المثال) في أنه مكان مبدأ الفكرة القائل بأن الأخلاق، التي هي في جوهرها ايديولوجيا، يمكن أن يحل العلم أو أن تصبح (الأخلاق) علمية بالكامل».

إن نص مونو لا يأخذ بالاعتبار هذه الاختلافات في المستوى. إن مدّ العلم (ليشمل) أخلاق المعرفة يكوِّن قفزة في الفراغ(*) (Saltus Mortale) لا أرى إمكانية تبريرها. ان نظرية علمية ما تصاغ (تنضج) انطلاقاً من نظريات سابقة وحتى أحياناً من معادلات سابقة لما تزل إيديولوجية كما من وقائع حديثة الملاحظة، وهذه النظرية تؤول إلى ممارسة علمية أو ثقافية. بينما تصاغ الايديولوجيا انطلاقاً من الحياة الملموسة للناس، وهي تعكس علاقتهم بالعالم وأحياناً تُسَسْتمها، كما تؤول إلى ممارسة أخلاقية، جمالية إلخ... وبالقدر الذي ينطوي فيه انجاز فعل ما يقدر أنه جيد أو سيء (مناقبية) على تعديل للواقع فإن الايديولوجيا تصادف المتطلبات التقنية. إنه لصحيح إذاً، أن القيم والموضوعية تتمفصل في الفعل والخطاب. ولكن هذا التمفصل هو شيء بينما صياغة مناقبية للمعرفة هو شيء آخر.

ينتج جاك مونو، العالم الذائع الصيت، نظرية علمية يعتقد أنها آلية (ميكانيكية). وجاك مونو، المفكر المدرك لعلاقته بالعالم، «يتكلم» ايديولوجيا ويقدمها وباعتبارها مستنبطة من المعرفة بينما هي منفصلة عنها وتكرس ازدواجية معينة. ولنقل بالأحرى، إن نمط العلاقة الذي يقيمه المؤلف ليس بالنسبة لي، العلاقة الحقيقية. إذ ليس ثمة استنباط خطي ممكن من المعرفة الموضوعية (بسيادة أحكام الواقع) إلى مناقبية المعرفة الموضوعية (بسيادة أحكام القيمة). بينما ثمة علاقة أخرى، ديالكتيكية تلك، تتزاوج فيها إوالية عالم حيث لا يمكن لأية نظرية تاريخية أن

(*) حرفياً: قطرة مميتة.

تتجذّر، بالأنسانوية التي تقدم باعتبارها منبثقة عجـائبياً من العلم في حـين أنها، في الواقع، دون جذر، اللهم إلّا، ربما، إيمانية مغـرقة في القـدم تتكلم دون أن تعلن عن نفسها. في الفراغ الذي خلقته هذه الازدواجية يتبـدى حضور الأتـوبيا التي أشـار إليها ألتوسير باعتبارها ملازمة لهذا الانتقال المباشر من العلم إلى المثل الانسانية.

كـذلك يبـدو لي جاك مـونو بُعَيْـد وفاتـه كما في بعض الـزمن الـذي تشرفت فيـه بمناقشته علانية كمفكر، ومن ثم بمحاورتـه على حـدة (في الخاص) كـإنسان، عـالماً كبيراً وأتوبياً كريماً، تلك هي الصورة التي يبقيها لنا عن نفسه. فيما يتعين علينا أن ننكب على تحليل تناقضات فكر غني، مستفز ومثقل بالتقاليد فيما يتجاوز قـدرة هذا الفكر على القول. لقد حـاولنا أن نقتـرب من هذا التحليـل انطلاقـاً من العلاقـة بين أحكام القيمة وأحكام الواقع في اللحظة التي يبتعد فيها العـالم عن ملاحظـة العوالم المتناهية الصغر كي يواجه البعد الذي يحيا فيه ويحاول توحيد فكره ووجوده.

الهوامش

(1) وبالانزلاق من المعنى الحضري إلى المعنى المجازي: الذي يساوي اكثر «يزن» اكثر من الـذي يساوي اقل.

(2) إن معنى المحاكاة (هنا) مختلف جداً عن ذلك الذي نجده لدى مارسيل جوس M. Jousse.

(3) «إن (الانسان) يدرك الآن انه على هامش الكون، مثل الغجري، حيث عليه أن يعيش».

(4) المصادفة والضرورة ص (193).

(5) المصادفة والضرورة، ص (188) وما بعد.

(6) Pour Marx. P. 238-239 (Janvier 1965).

مقـــدمـــة

تحتل البيولوجيا، في آن معاً، مكاناً هامشياً وآخر مركزياً بين العلوم، هامشيـاً لأن العالم الحي لا يشكل، بالنسبة الى الكون المعروف، الا جزءاً بالغ الضآلة و«خاصّاً» جداً الى حد تبدو معه دراسة الكائنات الحية كأن عليها ألا تتكشف أبداً عن قوانـين عامة قـابلة للتطبيق خـارج الغلاف الحيـوي (Biosphère). الا أنه إذا كـان طموح العلم الأخير، وهو ما أعتقده تمـاماً، تـوضيح عـلاقة الانسـان بالكـون، فانـه يجب الاعتراف للبيولوجيا بمكان مركزي لأنها، من بين كل العلوم، هي التي تحاول النفاذ مباشرة الى صلب المشاكل التي يجب ايجاد الحلول لها قبل التمكن من مجرد طـرح مشكلة «الطبيعة الانسانية» بعبارات غير ميتافيزيقية.

وهكذا فالبيولوجيا هي، بالنسبـة للانسـان، الأعظم دلالة من بـين سائـر العلوم، وهي التي ساهمت دون شك، وأكثر من أي علم آخر، في تكوين الفكر الحديث، الذي هزه بعمق وطبعه نهائياً، وفي كل الميادين الفلسفية والدينية والسياسية، ظهور نظرية التطور. مع ذلك، ومهما بـدت نظريـة التطور هـذه واثقة، اعتبـاراً من نهايـة القرن التاسع عشر، من صلاحيتها الظاهراتية ومن سيادتهـا على البيـولوجيـا قاطبـة، فقد بقيت معلقة ما دامت لم تتبلور بعد نظرية فيزيائية للوراثة. ولثلاثين عامـاً خلت، كان الأمل في وصول وشيك الى نظرية كهذه يبـدو ضرباً من الخيـال على رغم النجـاحات التي حققها علم الوراثة الكلاسيكي. ذلـك بالضبط مـا أتت به «النظـرية الجـزيئية للكود الوراثي». وأريـد هنا بـالنظريـة هذه، المعنى الأعم كي يشمـل بالاضـافة الى المفـاهيم العائـدة الى البنية الكيميـائية للمـادة الوراثيـة والمعلـومـات التي تحملهـا

الإواليات الجزيئية المعبرة فيزيولوجيا ونشوءاً شكلياً Morphogénétique عن هذه المعلومات. وانطلاقاً من تحديدها هذا تكون نظرية الكود الوراثي القاعدة الأساسية للبيولوجيا. غير أن ذلك لا يعني أنه من الممكن استنتاج البُنى والوظائف المعقدة للكائنات العضوية انطلاقاً من هذه النظرية، كما أنه لا يمكن القيام بتحليل هذه البُنى وتلك الوظائف مباشرة على المستوى الجزيئي (تماماً كما لا يمكن التنبّؤ أو ايجاد الحلول كلها في مجالات الكيمياء بالاستناد الى نظرية الكم Quantique التي تشكل، مع ذلك ودون أدنى شك، قاعدتها الكونية).

على أن نظرية الكود الوراثي، وان لم تستطع التنبؤ بكل الغلاف الحيوي أو ايجاد كافة الحلول له (وهي لن تفعل ذلك أبداً على الأرجح)، فإنها تكوّن، منذ الآن، نظرية عامة للأنظمة الحية. فلا شيء في المعرفة العلمية من قبل يمكن اعتباره ندّاً لما أتت به البيولوجيا الجزيئية. وهكذا فإن «سر الحياة» أمكنه أن يبدو منيعاً من حيث مبدئه ذاته. أما الآن فقد تكشف النقاب عنه الى حد بعيد. ويبدو أن الفكر المعاصر سيحمل طابع هذا الحدث الكبير، عندما يصبح إدراك هذه النظرية وتقديرها في أهميتها ومدلولها العام متجاوزاً دائرة الاختصاصيين. هذا ما أمل أن تسهم به هذه المحاولة، التي لم أبرز فيها مفاهيم البيولوجيا الحديثة بالذات بقدر ما عملت على إبراز «الشكل» العائد الى هذه المفاهيم والعلاقة المنطقية التي تربطها بميادين أخرى من ميادين الفكر.

وقد يكون نوعاً من التهوُّر أن يستعمل رجل علم كلمة «فلسفة» في عنوان مؤلَّف له (أو في عنوانه الفرعي) حتى ولو أشفعها بكلمة «طبيعية»، ذلك أن محاولته قد تقابل بحذر من قبل رجال العلم وبشيء من التسامح «المهذب» من قبل رجال الفلسفة. وليس لي في ذلك سوى عذر واحد، وهو في اعتقادي عذر مشروع: فالواجب الذي يفرض نفسه على العلماء في عصرنا الحاضر، أكثر من أي وقت مضى، هو أن يفكروا بموقع علومهم داخل مجمل الثقافة الحديثة بمعناها الشامل، ليس فقط من أجل اغناء المعارف الهامة تقنياً وحسب، بل ولاغناء الأفكار الآتية من العلم الذي ينتسبون اليه ويؤمنون بمدلولها الانساني.

بقي أن نتجنب، دون شك، كل لَبس بين العلم نفسه وبين الأفكار التي يوحي بها، غير أنه يجب مع ذلك دفع الاستنتاجات التي يسمح العلم بها، وبدون تردد، الى آخر مدى، حتى تتكشف لنا كل مدلولاتها. وأنه لتمرين عسير. وأنا لا أدّعي بأني قد قمت به دون أخطاء: فالجزء البيولوجي من هذه المحاولة لم يأت بشيء جديد، فلقد لخصت فيه مفاهيم يعتبرها العلم الحديث حقائق ثابتة. ثم إن الأهمية المعطاة نسبياً

لشرح بعض الأفكار كاختيار الأمثلة المقترحة تعكس في الواقع اتجاهات شخصية، بل إن هناك فصولاً هامة في البيولوجيا لم آت على ذكرها أبداً. إن هذه المحاولة لا تطمح أبداً الى القيام بعرض شامل للبيولوجيا، ولكنها تتجه بوضوح الى استخلاص كنه نظرية الكود الجزيئية. وأنا المسؤول قطعاً عن التعميمات الايديولوجية التي سمحتُ لنفسي باستنتاجها. على أني أعتقد بأن هذه الرؤية لا بد حائزة على موافقة الغالبية من البيولوجيين المعاصرين، طالما أنها لم تخرج عن النطاق المعرفي épistémologie. أما الاستنتاجات الأخلاقية وحتى السياسية منها والتي لم أرغب في تجنبها، فأني أتحمل كامل مسؤوليتها، ولو بدت أحياناً خطرة أو ساذجة أو بالغة الطموح، فالتواضع يليق بالعالِم ولكن ليس بالأفكار التي تسكنه والتي عليه الدفاع عنها. وهنا أيضاً لديّ من الثقة ما يطمئنني الى أنني على اتفاق كامل مع بعض البيولوجيين المعاصرين من ذويّ الأعمال التي تستحق الكثير من الاحترام.

هذا وإني أستميح البيولوجيين عذراً عن بعض الشروحات التي تبدو لهم مملة، كما استميح غير البيولوجيين عن جفاف عرض بعض المعلومات «الفنية» التي لا بد منها. وستساعد الملاحق بعض القراء على تجاوز هذه الصعوبات. غير أني أشدد على أن قراءتها ليست ضرورية لمن لا يود مواجهة الحقائق الكيميائية في البيولوجيا.

لقد اعتمدت هذه المحاولة على سلسلة محاضرات أعطيت في شباط (فبراير) 1969 في «بومونا كولدج» Collège Pomona ـ كاليفورنيا. وإني اغتنمتها فرصة لأشكر المسؤولين في هذا المعهد على إعطائي الفرصة لأطور، أمام جمهور فتيّ وشديد الظمأ الى المعرفة، مواضيع كانت بالنسبة لي، ولفترة طويلة، مادة تفكير وليس مادة تدريس، كما أن هذه المواضيع نفسها كانت مادة للتدريس خلال السنة الدراسية (1969 - 1970) في الكوليج دو فرانس. هذه المؤسسة الرائعة والثمينة التي تسمح لأعضائها بأن يتجاوزوا، من آن لآخر، الحدود الملزمة للتعليم الذي تعهّدَ به اليهم. ولا يسعني إلا أن أذكر هنا فضل غليوم بوديه وفرانسوا الأول(*).

كلوسان جاك

نيسان (ابريل)،

(*) غليوم بوديه (1467 - 1540) من مفكري القرن السادس عشر وأشهر المساهمين بخلق الكوليج دوفرانس.

فرانسوا الأول (1494 - 1549) ملك فرنسا الذي انشيء هذا المعهد في عهده (م) المترجم.

الفصل الأول

أجسام غريبة

الطبيعي والاصطناعي

إن التمييز بين أجسام مصطنعة وأخرى طبيعية يظهر لكل منا بشكل فوري وبدون أي التباس. فالصخور والجبال والأنهار والغيوم أجسام طبيعية، أما السكين والمنديل والسيارة فهي أجسام مصطنعة، أي مصنوعات.

غير أنه إذا حلّلنا هذه الأحكام لظهر لنا أنها ليست مباشرة ولا موضوعية تماماً. فنحن نعلم أن السكين مثلاً قد صممت بقصد الاستعمال ومن أجل القيام بانجازات مرتقبة. فالجسم المصنوع يجسد في الواقع الغاية المستبقة التي كانت السبب في وجوده، كما أن شكله يعكس الانجاز المنتظر منه حتى قبل أن يكتمل. أما بالنسبة الى النهر أو الصخرة فنحن نعلم أو نفكر بأنها تكونت بتأثير قوى فيزيائية لا يمكن أن نعزو اليها، أي «مشروع هادف»، على الأقل اذا قبلنا بالمسلّمة الأساسية للمنهج العلمي والقائلة بأن الطبيعة موضوعية وليست هادفة.

إذا فبالرجوع الى عملنا الواعي والهادف من جهة، ولأننا نحن الذين نقوم بانتاج الأشياء المصنوعة من جهة أخرى، نستطيع أن نحكم على أيّ جسم اذا كان «طبيعياً» أو «مصطنعاً». غير أن السؤال الذي نطرحه هنا هو: هل يمكننا فعلاً، وبفضل معايير موضوعية وعامة، تحديد ميزات الأجسام، المصطنعة منها [الناتجة عن عمل واع ومخطط] والطبيعية الناتجة عن التأثير غير الهادف للقوى الفيزيائية؟

لكي نتأكد تماماً من موضوعية المعايير المختارة، فإن أفضل الطرق، دون شك، هو التساؤل عما إذا كان استعمالها لوضع برنامج سيسمح لآلة حاسبة بالتمييز بين جسم طبيعي وآخر مصطنع.

إن برنامجاً كهذا قد يؤدي الى تطبيقات ذات فائدة كبيرة. لنفترض أن سفينة

فضائية ستحط قريباً على كوكب الزهرة أو على كوكب المريخ. أيّ سؤال سيكون إذن أكثر إثارة وأشد إلحاحاً من معرفة ما إذا كانت ثمة كائنات عاقلة قابلة للقيام بنشاط مخطط تسكن، أو سكنت في السابق، هذين الكوكبين؟ لكي نستدل على نشاط كهذا، راهن أو سابق، فانه يجب أن نتعرف على نتاجه مهما بلغ اختلافه عن نتاج الصناعة البشرية. ولما كنا نجهل طبيعة هذه الكائنات، وطبيعة المشاريع التي يمكن أن تكون قد قامت بصنعها، فإن المعايير الموجودة بتصرف البرنامج يجب أن تكون عامة ومبنية حصراً على بنية الأجسام المدروسة وأشكالها، دون الاستناد الى وظيفتها المحتملة.

انطلاقاً من هذه الأفكار، نرى أن المعايير التي علينا أن ندفع بها الى البرنامج تنحصر في اثنين:

1 ـ الانتظام.
2 ـ التكرار.

بفضل معيار الانتظام نحاول استعمال حقيقة أن الأجسام الطبيعية المتشكلة بحكم القوى الفيزيائية غير الهادفة لا تقدم أبداً تقريباً بنىً بسيطة هندسياً: كالمسطحات والأضلاع المستقيمة والزوايا القائمة والتناظر التام، الخ. بينما تبدي الأجسام المصنوعة ميزات كهذه، ولو بشكل تقريبي أو أولي.

أما معيار التكرار فهو دون شك، الأكثر حسماً. فالمصنوعات المتماثلة الموجهة لنفس الاستخدام، بتجسيدها مشروعاً متكرراً تعيد انتاج المقاصد الثابتة لصانعها. وفي هذا المعنى فإن اكتشاف عدة نماذج لأجسام ذات أشكال محددة يعتبر إذاً ذا مدلول هام.

هكذا، وباختصار، يمكن تحديد المعايير العامة القابلة للاستخدام في هذا المجال. غير أنه (ينبغي التوضيح) أن الأجسام (الممتحنة) يجب أن تكون الى ذلك، مجسمة لا مجهرية. ونعني بالأجسام المجسمة تلك التي يمكن قياسها مثلاً بالسنتيمترات، والمجهرية التي تقاس بالأنغشترومات (10^8 أنغشتروم = 1 سم). هذا الايضاح ضروري لأنه، على المستوى المجهري، لا تعبر البنى الذرية أو الجزيئية بأشكالها الهندسية البسيطة والمتكررة عن هدف واعٍ عقلاني، بل عن قوانين الكيمياء.

صعوبات برنامج فضائي

لنفترض أن البرنامج قد أُعدّ وأن الآلة أصبحت جاهزة للعمل. إن أفضل ما يمكن عمله، لكي نضع انجازاتها (نتائجها) على المحك، هو أن نشغلها على أجسام

أرضيــة. لنعكس افتراضــاتنا إذاً ولنتخيـل أن الآلــة قـد قــام بصنعهــا خبــراء من «النــازا»(*) المريخيــة بقصد اكتشــاف دلائل تشهـد على عمـل منظم خالق لأجســام مصطنعــة. ولنفترض أن أول سفينــة فضاء مــريخية قـد اختارت أن تحط في غــابة «فونتينبلو» بالقرب من قرية «باربيزون». مــا إن تفعل ذلـك حتى تبدأ الآلــة بفحص ومقارنة مجموعتين من أكثر الأجسام لفتاً للانتباه في المنطقة: بيـوت «باربيــزون» من جهة وصخور «آبرومون» من جهــة أخرى. وبــالعودة الى معــايير الانتظــام وبساطــة الأشكال الهندسيــة والتكرار فــإنها تقــرر أن الصخور أجســام طبيعية وأن البيــوت أجسام مصطنعة.

فإذا حولت الآلة انتباههــا الى أشياء ذات حجم أصغــر، كبعض الحصى وبلورات الكوارتز مثلاً، فإنها تضـع الحصى في مجموعة الأجسام الطبيعية، وبلورات الكوارتــز في مجمــوعة الأجســام المصطنعة. هــذا الحكم يبدو انــه يشــير الى «خطــأ» في بنيــة البرنامج. وأصل هذا الخطأ مثير للاهتمام: فاذا كانت البلورات ذات أشكال هندسية محددة بدقة فذلك لأن بنيتها المجسمة تعكس بشكل مباشر البنية المجهرية، البسيطة والمتكــررة، للذرات أو للجــزيئيات التي تتكــون منها. أي أنــه يمكننا اعتبــار البلــور «تعبيراً» مجسامياً لبنية مجهرية. ومن السهولة استبعاد هذا «الخطأ» من البرنــامج لأن كل البنى البلورية الممكنة معروفة.

لنفترض الآن أن الآلة تقوم بدراســة طراز آخــر من الأجسام: خليــة نحل بــرّي مثــلاً، سترى فيهــا قطْعاً كــافة معــايير الأجســام المصطنعة، أي البنيــة الهندسيــة البسيطــة والمتكررة لــلأقراص والنخــاريب، مما يجعـل الخلية تصنف في المجمــوعة نفسها التي تنتمي اليها بيــوت «باربيــزون». كيف نقوّم هــذا الحكم؟ نحن نعرف أن الخلية «مصطنعة» بمعنى أنها تمثل نتاج عمل النحل. غير أنه لدينا من الأسباب مــا يجعلنا نعتقد بأن هذا العمــل محض آلي وراهن ولكنه لا يعبــر عن هدف واعٍ. ومــع ذلك فإننا، كعلميين، نعتبــر النحل كــائنات «طبيعيــة». ألا يوجـد تناقض فــاضح في اعتبار نتيجة عمل آلي لكائن «طبيعي» جسماً «مصطنعاً»؟

غــير أننا، اذا تــابعنا البحث، عــرفنا بــأن هــذا التنــاقض ليس نتيجــة خطــأ في البــرمجة، بـل نتيجة غمــوض في أحكامنــا. فلو انتقلت الآلــة من تفحص القفــير الى تفحص أفراد النحل لرأت فيها قطْعاً أجساماً مصطنعة، رفيعة التبلور. إذ إن مجرد

(*) الاشارة تعود أصلاً لوكالة الأبحاث الفضائية الأميركية.

فحص سريـع يكفي لاكتشاف أن لـدى النحل عنـاصر مؤكدة من التنـاظـر البسيط: ثنائية الجانب والنقل. الى ذلك فإن البرنامج يظهر، لـدى قيامـه بفحص النحلة تلـو الأخـرى، أن البنية الشـديدة التعقيـد لهـذه الأجسـام (عـدد الشعـيرات البطنيـة ووضعيتها، أو عروق الأجنحة...) تتكرر من جسم لآخر بكل دقة. وفي هذا دليل قاطع على أن هذه الكائنات من صنع عمل واع بنّاء وعلى درجة كبيرة من الـدقة والاتقـان. على هذه الأسس من البراهين الحـاسمة تُبلِّـغ الآلة مسؤولي «النـازا» المريخيـة عن اكتشافها على الأرض صناعة تبدو حيالها صناعتهم بدائية دون شك.

لقد كان الهدف من العرض الـذي قمنا بـه، خلال مـا يعتبر بـالكاد من الخيـال العلمي، إظهار صعوبة تحديد الفرق، الذي بدا لنا أول الأمر بـديهياً، بـين الأجسام «الطبيعية» والأجسام والاشياء «المصطنعة». والـواقـع أنـه يستحيل التـوصل، عـلى أسـاس المعايـير البنيويـة (المجسباميـة)، الى تحـديـد للمصطنـع (الصنعي) الـذي باشتماله على المصنوعات الحقيقية مثل نتاج الصناعة البشرية، يلفظ أجساماً طبيعية بكل تأكيد، كالبنى البلورية والكـائنات الحيّـة نفسها والتي نـرغب أيضاً بتصنيفهـا ضمن الأنظمة الطبيعية.

فإذا فكرنا في أسباب هذه البلبلة (الظاهرة؟) التي يؤدي اليها البرنـامج، لعـزونا ذلك دون شك الى أننا قد حددناه حصراً باعتبارات تتعلق بالشكل والبنية والهندسة، حارمين بذلك مفهوم الجسم المصطنع من محتـواه الأساسي، وهـو أنه يحـدِّد ويفسِّر أولاً بالوظيفة المقدر له أن يقوم بها، والانجاز الـذي ينتظره منـه مكتشفه. ومـع ذلك سنرى أن برمجة الآلة لاحقاً على نحو لا تقوم معه بدرس بنية الأجسام وحسب، بـل وانجازاتها المحتملة أيضاً، ستدفع بنا الى نتائج مخيبة للأمال أكثر من السابق.

أجسام ذات مشروع هادف

لنفترض مثلاً أن هـذا البرنـامج الجـديد يسمـح للآلـة بالتحليـل الصحيح لبنى وانجـازات مجموعتـين من الأجسام: خيـول تركض في حقـل، وسيارات تسـير عـلى طريق. سيوصلنـا التحليل الى أن هـذه الأجسام شـديدة التقـارب من حيث كونهـا مصممة لتقوم بتحركات سريعة وعلى مسطحـات مختلفة، الأمـر الذي يُظهـر تباينهـا البنيوي. ولو اقترحنا على الآلة هذه، في مثال آخر، أن تقارن بـين البنية والانجـازات العائدة الى عين حيوان فقاري من جهة وآلة تصوير فوتوغرافية من جهة أخرى، فان البرنامج سيشير دون شـك الى شدة وعمق التمـاثل: العـدسات، السجّـاف، الصبغ

الحساس للضوء، هذه المكونات نفسها لا يمكن ان تكون قد وجدت في هذين الجسمين الا بهدف الحصول على انجازات مماثلة.

انني لم أختر هذا المثل بين الكثير من الأمثلة الكلاسيكية عن التكيّف الوظيفي عند الكائنات الحيّة إلّا لأظهر كم يكون عقيماً وكيفياً أن ننكر على العضو الطبيعي (العين) أن يكون نتيجة «مشروع هادف» معيّن (التقاط الصور)، بينما نعترف بذلك لآلة التصوير الفوتوغرافي. إن ذلك الانكار سيكون منافياً للمنطق خاصة وأن المشروع الذي يفسر الآلة هو الذي تدين له العين ببنيتها في نهاية الامر.

إن كل جسم مصنوع هو نتيجة عمل كائن حي يعبِّر، وبطريقة واضحة، عن احدى الخصائص الأساسية التي تميز الكائنات الحية كلها دون استثناء: خاصية كونها أجساماً مرتبطة «بمشروع هادف» تجسده ببنيتها وتحققه بانجازاتها (كخلق الاشياء المصنوعة مثلاً). وبدلاً من أن نرفض هذا المبدأ (كما يحاول بعض علماء البيولوجيا) فإنه لا بد من الاعتراف بأنه اساسي في تحديد هوية الكائنات الحية. هذه الكائنات التي تتميز عن بقية البنى والأنظمة بهذه الخاصية التي سندعوها المآلية la téléonomie.

غير أن هذا الشرط، وان كان ضرورياً، الّا أنه غير كاف لتعريف الكائنات الحية، ذلك أنه لا يوفر معايير موضوعية تسمح بالتمييز بين الكائنات الحية نفسها وبين نتاجها أي الأجسام المصطنعة.

ولا يكفي أن نلاحظ بأن «المشروع» الذي أدى الى خلق مصطنع ينتمي الى الحيوان الذي خلقه وليس الى الجسم المصطنع نفسه. فهذه الفكرة، على بداهتها، هي على درجة عالية من الذاتية، والبرهان على ذلك صعوبة استعمالها في برنامج الآلة الحاسبة: إذ كيف يمكنها أن تقرّر بأن مشروع التقاط الصور، وهو الممثل بآلة تصوير فوتوغرافي، ينتمي إلى جسم آخر غير الآلة نفسها؟ إن تفحص منجزة وتحليل انجازاتها يتيحان تحديد هوية المشروع فقط، لا هوية صاحبه، أي الكائن الحي.

ولكي نصل الى ذلك ينبغي وضع برنامج يقوم، لا على أساس دراسة الجسم ببنيته الحالية وحسب، بل وعلى أساس منشئه وتاريخه وبدءاً على أساس نمط بنائه. ليس ثمة عقبة تعترض مبدئياً صياغة هذا البرنامج الذي لا بد من أن يشير، ولو جاء على شيء من البدائية، الى فرق جذريّ بين جسم مصطنع مهما بلغت درجة إتقانه، وبين كائن حي. فالآلة لا يسعها إلا أن تلاحظ أن البنية المجسامية كجسم مصنوع (ان كان قرصاً من الشمع أو سداً قامت بانشائه مجموعة من حيوان

القندس أو فأساً من العصر الحجري أو سفينة فضائية) هي نتيجة تسليط قوى خارجة عن الجسم نفسه على المواد المكونة له. فالبنية المجسامية بعد انجازها، لا تشهد على قوى التماسك الداخلية بين الذرات والجزيئيات المكونة لمادة الجسم (والتي لا تكسبه سوى مِيزاته العامة من كثافة وصلابة وقابلية للسحب الخ)، بل على القوى الخارجية التي شكلته.

آلات تقوم ببناء نفسها

وفي المقابل، فإن البرنامج سوف يسجل أن بنية الكائن الحي ناتجة عن سيرورة مختلفة تماماً من حيث كونها مستقلة عن تأثير القوى الخارجية، وانها خاضعة ككل، من الشكل العام الى أدق تفصيل، لتفاعلات النشوء الشكلي Morphogénètique من داخل الجسم نفسه. بنية كهذه تشهد إذاً على حتمية مستقلة نسبياً، دقيقة وصارمة تفترض «حرية» شبه كاملة تجاه العوامل أو الشروط الخارجية التي، وإن استطاعت أن تعيق النمو، إلا أنها لا تستطيع أن توجهه كما لا تستطيع أن تفرض على الكائن الحي تعضيته (تنظيمه). بفضل هذا الطابع المستقل نسبياً والعفوي لسيرورات النشوء الشكلي، التي تكوّن البنية المجسامية للكائنات الحية، تتميز هذه الأخيرة تماماً عن الأجسام المصطنعة وعن أكثر الأجسام الطبيعية التي تدين بشكلها المجسم الى حد كبير لتأثير العوامل الخارجية، مع استثناء واحد: البنى البلّورية التي يعكس شكلها الهندسي المميز تفاعلات مجهرية داخلية (أي من داخل الجسم نفسه). بهذا المعيار الوحيد تصنف البنى البلورية مع الكائنات الحية، بينما تكوّن بقية الاجسام، المصطنعة منها والطبيعية (التي تشكلها عوامل خارجية) مجموعة أخرى.

إن هذا التقارب بين البنى البلّورية وبنى الأجسام الحية بالنسبة لهذا المعيار كما لمعياريّ الانتظام والتكرار، سيجعل واضع البرنامج، حتى ولو كان جاهلاً لأسس البيولوجيا الحديثة، يبحث مليّاً في الأمر: عليه أن يتساءل فيما اذا كانت القوى الداخلية التي تضفي على الكائنات الحية بنيتها المجسامية ليست من نفس طبيعة التفاعلات المجهرية المسؤولة عن الأشكال البلورية. ولأن الأمر كذلك، فسيشكل أحد الموضوعات الرئيسة المعالجة في الفصول اللاحقة من هذا البحث. غير أننا الآن بصدد تحديد الميزات المجسامية التي تميز الكائنات الحية عن بقية الأجسام في الكون بواسطة معايير عامة.

ما إن يتوصل المبرمج، الذي وإن كان جاهلاً لأسس البيولوجيا إلا أنه معلوماتيّ

محترف، الى «اكتشاف» أن حتمية داخلية مستقلة نسبياً تؤمن تشكل البنى الحية الشديدة التعقيد، حتى يتجه به التفكير الى أنها ـ أي هذه البنى ـ تمثل كمية هائلة من المعلومات المجهولة المصدر: ذلك أن كل معلومة معبّر عنها، وبالتالي مستقبَلة، يفترض وجود مرسل لها.

آلات تعيد انتاج نفسها

لنفترض أن المبرمج، خلال بحثه المستمر، توصل الى اكتشافه الاخير، وهو أن مرسل المعلومات المجسدة في بنية كائن حي، هو دائماً جسم آخر مماثل للأول. إنه يكون بذلك قد حدد المصدر، وتعرّف الى ميزة ثالثة ومهمة لهذه الأجسام، وهي القدرة على إعادة انتاج المعلومات العائدة الى بنيتها ونقلها دون أي تغيير. وهي معلومات غنية جداً في الواقع، لأنها تصف تنظيماً شديد التعقيد، إلا أنها تبقى محفوظة تماماً من جيل لآخر. وسنطلق على هذه الميزة اسم إعادة الانتاج الثابت أو الثباتية invariance فقط.

نلاحظ هنا مرة أخرى أنه بالإستناد الى خاصية اعادة الانتاج الثابتة، تشترك الكائنات الحية والبنى البلّورية في مجموعة واحدة مواجهة لبقية الأجسام الموجودة في الكون. فمن المعروف أن بعض الأجسام في حالة محلول شديد الاشباع لا يتبلور الاّ بعد ادخال كمية صغيرة من البلورات في المحلول. ومن جهة ثانية، فإنه عندما يتعلق الامر بجسم يمكن أن يتبلور حسب نظامين مختلفين، فإن بنية البلورات التي تظهر في المحلول تتحدد تبعاً لبنية البلورات المستعملة.

غير أن البنى البلّورية تمثل كمية من المعلومات تقل بعدة مراتب قياسية عن الكمية التي تنتقل من جيل الى آخر لدى أشد الكائنات الحية بساطة في التركيب. هذا المعيار الكمي البحت هو الذي يميز الكائنات الحية عن كل الأجسام الاخرى، بما فيها البنى البلّورية.

لنترك الآن المبرمج المريخي، الذي نفترضه جاهلاً للبيولوجيا، لأفكاره. فالواقع أنه لم يكن لهذه التجربة الخيالية من هدف سوى «إعادة اكتشاف» الخصائص العامة التي تميز الكائنات الحية وتجعلها مختلفة عن غيرها. لنعترف الآن بأننا نعرف أسس البيولوجيا (بقدر ما تسمح لنا به معلوماتنا الحالية) وذلك حتى نقوم عن كثب بتحليل هذه الخصائص وتحديدها بدقة، وبطريقة كمية اذا أمكن. لقد توصلنا إلى ثلاث خصائص: المآلية téléonomie، والنشوء الشكلي morphogénèse المستقل نسبياً، والثباتية invariance في إعادة الانتاج (التوالد).

الخصائص الغريبة: ثباتية ومالية

تعتبر ثباتية إعادة الانتاج أكثر هذه الصفات قابلية للتحديد الكمّي. فبما أن هذه الخاصية تتعلق بالقدرة على اعادة انتاج بنية ذات درجة عالية من التنظيم، وبما أن درجة تنظيم بنية ما يمكن أن تحدد بوحدات من المعلومات فاننا نستطيع القول بأن «محتوى الثباتية» العائد الى نوع معين يساوي كمية المعلومات التي تؤمن الحفاظ على الضوابط البنيوية النوعية عبر انتقالها من جيل الى آخر. وسنرى أنه بالامكان الوصول الى تقدير لهذه الكمية بوساطة بعض الافتراضات.

انطلاقاً من هذا، بات بالامكان أن نحيط عن كثب بالمفهوم الذي يفرض نفسه ببداهة مباشرة من جراء تفحص بنى الكائنات الحيّة وانجازاتها، وأعني بذلك مفهوم المآلية. هذا المفهوم يبدو، عند التحليل، شديد الالتباس لأنه يفترض فكرة ذاتية هي فكرة «المشروع الهادف». لنعد الى الذاكرة مثال آلة التصوير الفوتوغرافي: اذا قبلنا بأن «مشروع» التقاط الصور يتحقق من وجود هذا الجسم ومن بنيته، فعلينا بكل بداهة القبول بأن مشروعاً مماثلاً يتحقق من نشوء عين حيوان فقاري.

غير أنه ليس لأي مشروع خاص من معنى، مهما كان، إلا من زاوية كونه جزءاً من مشروع أكثر شمولاً. فكل التكيّفات الوظيفية عند الكائنات الحية وكل الأجسام المصنوعة التي تشكلها هذه الاخيرة، تنجز مشاريع مخصصة يمكن أن ينظر اليها كأجزاء من مشروع بدائي وحيد، مشروع **الحفاظ على النوع وتكاثره**.

ولكي نكون أكثر دقة سنختار كيفياً تعريف المشروع المآلي الأساسي بأنه يقوم على نقل محتوى الثباتية المميز للنوع من جيل الى آخر. وعلى ذلك فإننا سنطلق صفة «المآلية» على كل البنى والانجازات والأنشطة التي تساهم في إنجاح المشروع الأساسي المذكور.

هذا التعريف سيقودنا بدوره الى أن نقترح تعريفاً مبدئياً لفكرة «مستوى» مآلية نوع ما. وفي الواقع يمكننا ان نعتبر أن كل البنى والانجازات تقابل كمية معينة من المعلومات التي يجب أن تنقل حتى تتحقق هذه البنى وتلك الانجازات. لنطلق على هذه الكمية اسم «المعلومة المآلية». بوسعنا إذ ذاك أن نعتبر أن «المستوى المآلي» العائد الى نوع معين يطابق كمية المعلومات التي يجب أن تنقل، في المتوسط، ومن قبل الفرد الواحد، ليتأمن نقل المحتوى المميز للثباتية **الانسالية/التوالدية (اعادة الانتاج)** الى الجيل التالي.

وسنـرى بسهولـة أن انجـاز المشروع المـآلي الأسـاسي (أي إعـادة الانتـاج الثابتة) يشغل (ينفذ) لدى أنواع مختلفة وعلى درجات متفاوتة من السلم الحيواني، بنى وانجازات متفاوتة التبلور والتعقيـد. ويجب التأكيـد هنا عـلى أن الأمر لا يتعلق فقط بالأنشطة المرتبطة ارتباطاً مباشراً بعملية اعادة الانتـاج بمعناهـا الدقيق، ولكن بكل الأنشطة التي تسهم ولو بشكل غير مباشر، ببقاء النوع وتكـاثره. فـاللعب مثلاً، عنـد صغار الثـدييـات الـراقيـة عنصر هـام في التطـور السيكـولـوجي والانصهـار الاجتماعي. وينطوي اللعب اذا، كنشاط، على قيـمة مآليـة، لانه يسهم بتمـاسك المجموعة كشرط من شروط بقاء النوع وانتشاره. إن ما يجب تقـديره في هـذا المجال هو درجة تعقيد هذه الانجازات والبنى المدركة باعتبارها تقوم بوظيفة خدمة المشروع المآلي.

درجة التعقيد هـذه، القابلـة للتحديـد نظريـاً، لا يمكن قياسـهـا فعلياً. غـير أنها تسمـح، عـلى الأقـل، بتـرتيب أولي لمختلف الأنــواع أو المجمـوعـات حسب «سلم مـآلي». ولكـي نوضح ذلك، دعنا نتصور شـاعراً عـاشقاً وخجـولاً، لا يجرؤ عـلى افصاح حبه للمرأة التي يحب ولا يحسن التعبير عن رغبته فيها إلا رمـزياً بقصـائد يهـديها لهـا. ولنفرض أنهـا، أخيراً، بعـد أن أعجبت برقتـه، قبلت أن تمارس معـه الجنس. وهكذا تكون قصائده قد ساهمت في تحقيق المشروع الأسـاسي، والمعلومـات التي تحويها يجب أن تُدرج في حساب مجموعة الانجازات المآليـة التي تؤمن انتقال الثباتية الوراثية.

ومن الواضح أن نجاح المشروع يقتضي أيَّة انجازات مماثلة عند أنواع أخرى من الحيوانات كالفئران مثلاً، إلا أن محتوى الثبـاتية الـوراثية هـو نفسه تقـريباً عنـد الفأرة والانسان (وعند كل الثدييات في الـواقع). إذاً، فـالخاصيتـان اللتان حـاولنا تحديدهما، هما في الواقع متمايزتان.

ونـرى هنا أنفسنـا مسوقـين الى طـرح سؤال هـام يتعلق بـالـروابط بـين هـذه الخصـائص الثلاث التي اعتبـرنـاهـا مميـزة للكـائنـات الحيـة: المـآليـة والنشـوء الشكلي المستقل نسبياً والثباتية. ذلك أنه إذا كان البرنامج المستعمل قد قام بتحديد كل منها بمعزل عن الأخرى، فـإن ذلك لا يعني أنهـا ليست في الواقـع ظواهـر ثلاث لخاصية واحدة أعمق أساساً وأكثر خفاء، لا تخضع للملاحظة المبـاشرة. فإذا كـان الأمر كذلك، فإن التعريف بين هـذه الخصائص واعطـاءها تعـريفات مختلفـة قد لا يكون سوى ضرب من الوهم والاعتباط، ونكون بذلك قد ابتعدنا عن إثـارة المعضلات الحقيقية وعن الاحاطة «بسر الحياة».

في الواقع أن هذه الخصائص الثلاث مرتبطة ارتباطاً وثيقاً عند الكائنات الحية. فالثباتية الوراثية لا تظهر ولا تتكشف الا من خلال النشوء الشكلي المستقل نسبياً والعائد للبنية التي تكوِّن بدورها الجهاز المآلي.

وهنا تجدر الاشارة الى ملاحظة هامة: إن وضع هذه المفاهيم الثلاثة ليس هو نفسه. فإذا كانت الثباتية المآلية هي «خصائص» مميزة للكائنات الحية فإنّ صيرورتها بنيوياً structuration يجب أن ينظر إليها على أنها إوالية. وسنرى لاحقاً أن هذه الإوالية تتدخل أيضاً في إعادة انتاج المعلومات الثابتة كما في انشاء البنى المآلية.

وإذا كانت الإوالية هذه توضح، بصورة نهائية، هاتين الخاصيتين، فإن ذلك لا يوجب اختلاطهما. والحقيقة أن تمييزها ليس ممكناً وحسب، بل هو منهجيّ ضروري، وذلك لأسباب عدة:

1 ـ بالإمكان تخيل أجسام قابلة لعملية إعادة الانتاج الثابتة، غير أنه يعوزها جهاز مآلي. وتعطي البنى البلّورية مثلاً على ذلك، إنما على مستوى من التعقيد دون الذي تبديه كل الكائنات الحية المعروفة.

2 ـ إن التمييز بين المآلية والثباتية ليس مجرد تجريد منطقي. بل هو يبرر اعتبارات كيميائية. فإحدى مجموعتين من الجزيئيات الضخمة البيولوجية الأساسية، وهي جزيئيات البروتين، مسؤولة عن كل البنى والانجازات المآلية، بينما تتعلق الثباتية الوراثية حصراً بالمجموعة الأخرى، مجموعة الأحماض النووية.

3 ـ وأخيراً، وكما سنرى لاحقاً، إن فكرة هذا التمييز تبدو مطروحة في صلب كل النظريات والايديولوجيات (من دينية وعلمية وميتافيزيقية) العائدة الى الغلاف الحيوي والى ارتباطه ببقية الكون.

إن الكائنات الحية هي في الواقع أجسام غريبة. وقد عرف الانسان ذلك في مختلف العصور ولو بشيء من الغموض. ولم ينجح تطور علوم الطبيعة ابتداءً من القرن السابع عشر، وازدهارها ابتداء من القرن التاسع عشر، في محو هذا الانطباع، بل زاده حدة.

فبالنسبة لقوانين الفيزياء التي تتحكم بالأنظمة المجسامية، يبدو وجود الكائنات الحية بحد ذاته وكأنه خرق لبعض المبادىء الأساسية التي ترتكز عليها العلوم الحديثة. أية مبادىء بالضبط؟ ليس ذلك واضحاً بشكل مباشر. لذلك ينبغي تحليل

طبيعة هذه المفارقات حتى تتاح الفرصة أن نحدد، من زاوية قوانين الفيزياء، هوية الخاصيتين الأساسيتين للكائنات الحية: الثباتية التوالدية (ثباتية إعادة الإنتاج) والمآلية.

«مفارقة» الثباتية

تكوّن الثباتية في الواقع خاصية شديدة المفارقة، لأن صيانة بنى عالية التنظيم واعادة انتاجها وتكاثرها تبدو غير متوافقة مع المبدأ الثاني لعلم التحريك الحراري (الترموديناميّة) Thermodynamique. ذلك أنه، تبعاً لهذا المبدأ، لا يمكن لأي نظام مجسم أن يتطور الا باتجاه تردّي حالة التنظيم التي تميزه(*).

غير أن التكهن بالمبدأ الثاني لعلم التحريك الحراريّ لا صلاحية له ولا يمكن التحقق منه الا اذا أخذنا بالاعتبار التطور العام لنظام ما معزول لجهة الطاقة. في صلب نظام كهذا، وفي إحدى حالاته الفيزيائية يمكننا أن نلاحظ تشكل بنى مرتبة وازديادها دون أن يخرج تطور النظام ككل، على الخضوع للمبدأ الثاني لعلم التحريك الحراريّ. وأفضل مثال على ذلك هو التبلور الذي يحصل في محلول مشبع. إن التحريكية الحرارية لنظام كهذا معروفة جيداً. فازدياد التنظيم الموضعي الممثل بتجمع الجزيئات، المفككة أصلاً، على شكل شبكة بلورية محددة بدقة «يسدد» بنقل طاقة حرارية من الحالة البلّورية الى المحلول: إن القصور الحراريّ entropie (عدم انتظام) للنظام بكامله يزيد الكمية التي يقتضيها المبدأ الثاني.

هذا المثل يبرهن على أن ازدياداً موضعياً في التنظيم داخل نظام معزول لجهة الطاقة ينسجم مع المبدأ الثاني. ولقد سبق أن أشرنا إلى أن درجة التنظيم التي يبديها جسم حي، مهما بلغت بساطة تركيبه، أرفع من التي تبديها بنية بلورية بما لا يقبل المقارنة. وهنا يجب أن نتساءل عما اذا كان الحفاظ على بنى كهذه وتكاثرها الثابت يتلاءمان هما أيضاً مع المبدأ الثاني. يمكننا التحقق من ذلك بفضل تجربة شبيهة بتجربة التبلّر.

لنأخذ مليلتراً واحداً من الماء يحتوي على بضعة مليغرامات من سكر بسيط كالغلوكوز وبعض الأملاح المعدنية المحتوية على العناصر الضرورية التي تدخل في تركيب المكوّنات الكيميائية للأجسام الحية (أزوت، كبريت، فسفور، الخ). ولنزرع في

(*) راجع الملخص ص 242 من النص الفرنسي.

هذا الوسط جرثومة واحدة من نوع Escherichia Coli مثلاً (الطول: 2 ميكرون، الوزن: 5×10^{-13} غرام تقريباً). بعد مضي 36 ساعة، يصبح في المحلول عدة مليارات من الجراثيم. إذ ذاك نلاحظ أن 40 بالمئة من السكر قد تحول الى مكونات خلوية، بينما تأكسد الباقي، وأعطى ثنائي أكسيد الكربون CO_2 وماء H_2O. فإذا قمنا بهذه التجربة داخل مِحَرّ calorimètre، لأمكننا أن نحدد المحصلة الختامية التحريكية الحرارية لهذه العملية ولتحققنا بأن عدم انتظام النظام ككل (جراثيم + بيئة) كما في عملية التبلّر، قد ازداد أكثر بقليل من الحد الأدنى الذي يحدده المبدأ الثاني. وهكذا، فبينما تكون البنية البالغة التعقيد التي تمثلها الخلية الجرثومية قد حفظت بل وتكاثرت عدة مليارات من المرات، يكون «الدَين التحريكيّ الحراريّ» للعملية قد سدد تماماً.

المالية ومبدأ الموضوعية

إذاً ليس ثمة أي خرق للمبدأ الثاني يمكن تحديده أو قياسه. غير أن حدسنا الفيزيائي لا يسعه أمام هذه الظاهرة، إلا أن يرتبك بعمق ويدرك، أكثر من ذي قبل، كل غرابتها. لماذا؟ لأننا نرى بأن اتجاه هذه العملية مقتصر على ظاهرة واحدة: ظاهرة تكاثر الخلايا. هذه الأخيرة لا تخرق قطعاً قوانين التحريكيّة الحرارية، بل إن الأمر على العكس من ذلك تماماً. إنها لا تكتفي بأن تخضع لهذه القوانين، بل تستغلها كمهندس بارع، لتنجز المشروع بأكبر قدر من الفعالية، ولتحقق «حلم» كل خلية في أن تصبح خليتين. (فرانسوا جاكوب).

وسنحاول لاحقاً أن نعطي فكرة عن تعقيد ودقة وفعالية الآلية الكيميائية الضرورية للقيام بهذا المشروع، الذي يقتضي توليف عدة مئات من المكوّنات العضوية المختلفة، وتجميعها على شكل آلاف من الأنواع من الجزيئيات الكبيرة، وحشد الطاقة الكيميائية المحررة من تأكسد السكر واستعمالها حيث يكون ذلك ضرورياً، وتكوين العضّيات الخلوية. ومع ذلك لا توجد أية مفارقة فيزيائية في التوالد الثابت لهذه البُنى. فالثمن التحريكيّ الحراريّ للثباتية مدفوع بكامله بفضل الاتقان الكامل للجهاز المالي البخيل بالوحدات الحرارية، والذي يصل بمهمته المتناهية التعقيد، إلى مردود لا تبلغه الآلات التي من صنع البشر الآ نادراً. إن هذا الجهاز هو كلي المنطق إعجازي العقلنة ومتكيف تماماً مع مشروعه: الحفاظ على الضوابط البنيوية وإعادة انتاجها. وذلك ليس بانتهاك قوانين الفيزياء بل باستغلالها لصالح خاصيتها وحسب. أن وجود المشروع نفسه، المنجز والمتواصل الحدوث في آن معاً

بفضل الجهاز الـمآلي «المعجـزة»، معجـزة؟ لا، إن السؤال الحقيقي يطـرح عـلى مستوى آخر، وأكثر عمقاً، من قوانين الفيـزياء. إنـه يتعلق بإدراكنـا لهذه الظـاهرة وبالحدث الذي يخلقه عندنا. ليس ثمة في الواقع أية مفارقة أو معجـزة، بل تنـاقض معرفيّ (ابستيمولوجي) فاضح.

إن حجر الزاوية في المنهج العلمي هي المسلّمة التي تقول بموضوعية الطبيعة. أي الرفض النظامي لاعتبار أن تفسير الظواهر، على ضوء أسباب غائية (أي على أساس «مشروع») يمكن أن يقود الى معرفة «صحيحة». ويمكننا أن نشير بدقة لتاريخ هـذا الاكتشاف. إن صياغة مبدأ القصور الذاتي Principe d'inertie من قبـل «غاليليـو» Galilée و«ديكارت» Descartes لم تضع أسس علم الميكـانيكا وحسب، بـل وأسس الابستيمولوجية الحديثة أيضاً، وذلك بالغاء فيزياء وكوزمولوجيا أرسطو. والواقع أن أسلاف «ديكارت» لم يكن لينقصهم الإدراك (الدراية) أو المنطق أو التجربة. غير أن المعرفة العلمية كما نفهمها حالياً، لم تكن لتتكون على هذه الأسس وحـدها. بـل كان ينقصها الرقابة الصارمة التي فرضتها مسلمة الموضوعية غير الخاضعة لأي برهان، ذلك أنه يستحيل بديهياً تصور تجربة تدل على عـدم وجود مشروع أو هـدف مستمر في أي جزء من الطبيعة.

إن مسلمـة الموضـوعية هي من نفس جـوهر المعـرفة العلميـة، وهي التي قـادت تطورها العظيم منذ ثلاثة قرون. فمن المستحيل التخلص منها، ولـو بشكل مؤقت، أو في ميدان محدود، دون الخروج من ميدان العلم نفسه.

غـير أن الموضـوعية نفسهـا هي التي تضطرنـا لـلاعتـراف بخـاصيـة المـآليـة للكائنات الحيّة، والى القبول بأنها في بناها ومنجزاتها، تحقق وتتابع بـاستمرار هـدفاً ما. وفي ذلك ما يضعنا، عـلى الأقل ظـاهريـاً، أمام تنـاقض معرفي (ابستيمـولوجي) عميق. والمسألة المركزية في البيولوجيا هي في هـذا التناقض نفسـه الذي يجب حلـه إذا كان مجرد تناقض ظاهري، أو البرهان على أنه غير قـابل للحـل أصلاً إذا كـان الأمر كذلك في الواقع.

الفصل الثاني

مذهبا الحيوية والإحيائية

علاقة الأسبقية (الأولوية) بين الثباتية والمآلية: معضلة أساسية

لما كانت الخصائص المآلية للكائنات الحية تبدو وكأنها تطرح للنقاش إحدى المسلّمات الأساسية للنظرية الحديثة للمعرفة، فإن كل تصوّر للعالم، فلسفياً كان أم دينياً أم علمياً، يفترض بالضرورة حلاً، ضمنياً أو غير ضمني، لهذه المعضلة. كما أن كل حل بدوره، مهما كان حافزه، يقتضي بالضرورة افتراضاً يتعلق بالأسبقية، السببيّة والزمنية، لاحدى الخاصتين المميزتين للكائنات الحية (الثباتية والمآلية) بالنسبة للأخرى.

سنحتفظ لفصل لاحق بالعرض والتبريرات العائدة الى الافتراض الوحيد الذي يقبل به العلم الحديث، وهو أن الثباتية تسبق المآلية بالضرورة. أو، لكي أكون أكثر وضوحاً: إن الفكرة الدرْوانية التي تقول بأن ظهور البُنى ذات المآلية المتصاعدة وتطورها ورهافتها المتدرجة، عائدة لاختلالات (اضطرابات) طرأت على بنية تملك مسبقاً خاصة الثباتية، وجديرة بالتالي على «الاحتفاظ بالصدفة» وعلى اخضاع آثارها من ثم لعملية الاصطفاء الطبيعي.

وبطبيعة الحال فإن النظرية التي أجمل هنا باختصار وجزم، ليست نظرية داروْن Darwin نفسه الذي لم يكن لديه، في زمنه، أية فكرة عن الإواليات الكيميائية لثباتية التوالد، ولا عن طبيعة الاضطرابات التي تتعرض لها هذه الإواليات. وليس ثمة أي انتقاص من عبقرية داروْن في كون نظرية التطور الاصطفائية لم تأخذ كل معناها ودقتها ويقينيتها إلاّ منذ أقل من عشرين عاماً فقط.

إن نظرية الاصطفاء، بجعلها المآلية خاصة ثانوية منبثقة عن الثباتية التي تعتبرها أوّلية دون سواها، قد أثبتت أنها الوحيدة، من بين النظريات المطروحة، التي

تتلاءم مع مسلمة الموضوعية. كما أنها الوحيدة أيضاً التي لا تنسجم مع الفيزياء الحديثة وحسب، بل وهي قائمة ومبنية على معطياتها تماماً. إن نظرية التطور الانتخابي (الاصطفائي) هي التي تؤمن في النهاية التماسك الابستيمولوجي للبيولوجيا وتعطيها مكانها بين علوم «الطبيعة الموضوعية»: حجة قوية دون شك، في صالح النظرية، إلّا أنها ليست كافية للدلالة على صحتها.

إن كل التصورات الأخرى، المطروح منها بوضوح أو المغلف ضمنياً بالايديولوجيات الدينية أو بالأنظمة الفلسفية الكبرى، بهدف ابراز غرابة الكائنات الحيّة، تقول بالافتراض المعاكس: وهو أن الثباتية محفوظة ونشوء الكائن مسيّر وعملية التطور موجهة بحكم مبدأ مآلي أولي وليست هذه الظاهرات كلها سوى تعبيرات عنه. وسأحاول فيما تبقى من هذا الفصل أن أحلل على نحو مبسط، منطق هذه التفسيرات التي وان بدت شديدة الاختلاف ظاهرياً، إلا أنها جميعها تفرض ترك مسلّمة الموضوعية، جزئياً أو كلياً، بشكل معلن أو مستتر بوعي أو دون وعي. وسيكون من الملائم أن يصار الى اعتماد تصنيف (على شيء من الكيفية في الواقع) لهذه التصورات حسب طبيعة مبدأ المآلية، الذي تنادي به، وشموله المفترضين.

على هذا الأساس يمكننا تحديد مجموعة أولى من نظريات تقرّ بمبدأ مآلي يفترض أنه يعمل فقط ضمن نطاق الغلاف الحيوي أي ضمن نطاق «المادة الحيّة». هذه النظريات، التي أدعوها حيوية Vitalistes، تفرض إذاً وجود تمييز جذريّ بين الكائنات الحية والكون الجامد.

من جهة ثانية، هناك التصورات التي تنادي بمبدأ مآلي كوني، مسؤول في آن واحد عن تطور الكون وتطور الغلاف الحيوي، حيث يكون التعبير عن هذا المبدأ أشد وأكثر دقة. هذه النظريات جميعها تنظر الى الكائنات الحية على أنها النتاج الأفضل تبلوراً والأكثر كمالاً لتطور شمولي التوجيه، أفضى الى الانسان والى الانسانية لأنه كان يجب أن يفضي اليهما. هذه التصورات التي أدعوها أحيائية هي من عدة نواح، أكثر إثارة للاهتمام من النظريات الحيوية التي لن أخصها إلا بلمحة مختصرة(*).

(*) لعله يجب التأكيد على انني استعمل هنا كلمتي «احيائي» (Animiste) وحيوي (Vitaliste) حسب مفهوم خاص مختلف نوعاً عن الاستعمال الجاري.

في النظريات الاحيائية، يمكن أن نتبين إتجاهات عديدة وشديدة الاختلاف. وسنكتفي هنا بأن نميّز بين ما أدعوه «الحيوية الميتافيزيقية» vitalisme métaphysique و«الحيوية العلموية» vitalisme scientiste.

الحيوية الميتافيزيقية

إن أشهر مؤسس للحيوية الميتافيزيقية هو، بلا ريب، برغسون Bergson. فمن المعروف أنه بفضل أسلوب جذاب وجدل استعاري شاعري، وإن كان خالياً من المنطق، عرفت فلسفته نجاحاً كبيراً. أما الآن فقد زال نفوذها زوالاً شبه تام، بينما لم يكن ثمة أمل في الحصول على البكالوريا أيام حداثتي إلا لمن قرأ على الأقل كتاب «التطور الخلاق» L'Evolution Créatrice. إن هذه الفلسفة ترتكز كلياً على إدراك للحياة على أنها «دفع» élan أو «تيار» courant متميِّز جذرياً عن المادة الجامدة ولكنه يصارعها، «يخترقها» لكي يضطرها أن تتعضى (تتنظم). وعلى النقيض من سائر النظريات الحيوية والأحيائية تقريباً، فان نظرية برغسون ليست غائية finaliste. إنه يرفض أن يسجن عفوية الحياة الجوهرية في أي تحديد كان: فالتطور، الذي يتماهى مع الدفع الحيوي نفسه، لا يمكن أن تكون له أسباب غائية أو علة فاعلة. والانسان هو المرحلة الأسمى التي أدركها التطور من غير أن يسعى اليها أو يتنبأ بها. إنه المظهر والدليل على الحرية الكاملة للدفع الخلّاق.

وثمة تصور آخر مرتبط بالسابق، وأساسي بالنسبة لبرغسون: إن الذكاء العقلاني الذي هو أداة للمعرفة، متكيف خصيصاً للسيطرة على المادة الجامدة ولكنه غير قابل اطلاقاً للامساك بظواهر الحياة. إن الغريزة المتماهية مع الدفع الحيوي، هي وحدها القادرة على أن تعطي عنها حدساً مباشراً وإجمالياً. إذاً فكل عرض تحليلي وعقلاني للحياة هو خال من أي معنى أو بالأحرى، خارج على الموضوع. إن النمو الكبير للذكاء العقلي عند الانسان العاقل Homo Sapiens قد عاد الى افقار خطير ومؤسف لقدراته الحدسية التي يتعين علينا الآن أن نعمل على استرجاع فاعليتها.

لن أحاول هنا مناقشة هذه الفلسفة (وهي في أي حال لا تتحمل ذلك). وأشعر بنفسي وأنا حبيس المنطق ومفتقر الى الحدس الكلّي، غير قادر على ذلك. ومع هذا فأنا لا أعتبر موقف برغسون خالياً من أي معنى. بل على العكس من ذلك، فالتمرد الواعي أو اللاواعي، على العقلانية، والاحترام المعقود لهذا على حساب الأنا هي من سمات عصرنا (دون التكلم عن العفوية المبدعة). ولو كان برغسون قد استعمل لغة

أقل وضوحاً وأسلوباً أكثر عمقاً، لكان ما زال يقرأ حتى الآن(*).

إن بين الحيويين «العلميين» الكثر عدداً من العلماء المتميزين. وبينما كان أكثر هؤلاء، لخمسين عاماً خلت، من البيولوجيين (وأكثرهم شهرة دريش Driesch الذي ترك علم الأجنة الى الفلسفة)، نجد أن أكثر المحدثين منهم يأتون من العلوم الفيزيائية كإلزيسر M. Elsässer وبولانيي M. Polanyi. ويمكننا أن نفهم، بالتأكيد أن يكون بعض الفيزيائيين قد ذهلوا أكثر من البيولوجيين، من غرابة الكائنات الحيّة. ويمكن اختصار موقف إلزيسر مثلاً، على نحو مبسط، كالتالي:

من الواضح، أن الخاصتين الغريبتين: الثباتية والمآلية، لا تنتهكان قوانين الفيزياء، غير أنه لا يمكن تفسيرهما كلياً بالاعتماد على القوى الفيزيائية والتفاعلات الكيميائية التي تكشف النقاب عنها دراسة الأنظمة غير الحية. وعلى ذلك فإنه لا مناص من القبول بأن ثمة مبادىء تضاف الى مبادىء الفيزياء وتعمل في المادة الحية، ولكن ليس في الأنظمة غير الحية حيث لا يمكن اكتشافها لكونها انتخابياً حيوية. هذه المبادىء (أو القوانين البيوتونية إذا أردنا العودة الى مصطلح إلزيسر) هي التي ينبغي ايضاحها.

وحتى نيل بور Nils Bohr نفسه لم يستبعد على ما يبدو افتراضات كهذه. غير أنه لم يدَّع بأنه حمل الدليل على كونها ضرورية. هل هي كذلك في الواقع؟ إن القضية كلها هنا، في النهاية. وهذا ما يؤكده بوجه خاص إلزيسر وبولانيي. إن أقل ما يمكن قوله في هذا المجال هو أن محاججة هؤلاء الفيزيائيين تفتقر الى الكثير من الدقة والصلابة.

إن هذه الأدلة تخصّ على التوالي كلا من الخاصتين الغريبتين: بالنسبة الى خاصية الثباتية، فان آليتها باتت معروفة الى درجة يمكننا معها التأكيد بأنه لا حاجة البتة، في معرض تفسيرها، الى أي مبدأ غير فيزيائي (راجع الفصل السادس).

تبقى خاصّية المآلية أو على الأصح الإواليات النشوئية الشكلية التي تكوّن البنى المآلية. من الصحيح تماماً أن النمو الجنيني هو إحدى الظاهرات البيولوجية الخارقة ظاهرياً: ومن الصحيح أيضاً أن هذه الظاهرات، التي أكب علماء

(*) إن فكر برغسون لا يخلو حتماً من الابهام والتناقض الظاهرين. ويبدو انه يمكن الاعتراض مثلاً على كون الثنائية البرغسونية أساسية: فربما ينبغي اعتبارها منبثقة عن احادية اكثر بدائية؟ (بلانشار: ابلاغ شخصي). ومن البديهي انني لا انوي هنا تحليل فكر برغسون في تفرعاته بل فقط في ارتباطه المباشر بنظرية الأنظمة الحيّة.

الأجنة على وصفها بكل دقة، ما زالت الى حد كبير (ولأسباب تقنية) غير خاضعة للتحليل الوراثي والبيوكيميائي الذي يسمح وحده، دون شك، بالمعرفة الحقيقية. إن موقف الحيويين الذين يعتبرون أن القوانين الفيزيائية غير كافية، لتفسير النشوء الجنيني، لا يمكن إذاً تبريره بمعلومات دقيقة وبملاحظات محدودة، ولكنها بجهلنا الحالي فقط.

وبالمقابل، فإن معلوماتنا عن الإواليات السبرنيتية الجزيئية التي تنظّم النشاط والنمو الخلويين قد تقدمت كثيراً، وستساهم قريباً دون شك، في تفسير عملية النمو. وسنحتفظ بمناقشة هذه الإواليات للفصل الرابع حيث ستتاح لنا فرصة التصدي لبعض ما يقدمه الحيويون من براهين.

إن المذهب الحيوي يحتاج، لكي يستمر، أن يكون في البيولوجيا «ألغاز» أو على الأقل تناقضات حقيقية. غير أن التقدم الهائل الذي حققته البيولوجيا الجزيئية خلال السنوات العشرين الأخيرة، قد ضيّق كثيراً من مجال الألغاز، غير تارك أمام التأملات الحيوية من حقل سوى حقل الذاتية، حقل الوعي نفسه. وليس ثمة مجازفة في التنبؤ بأنه، حتى في هذا المجال الذي ما زال «مدخراً»، تظهر هذه التأملات العقم نفسه الذي لازمها في كل المجالات الأخرى.

«الاسقاط الاحيائي» و«التحالف القديم»

إن التصورات الاحيائية التي يمتد أصلها الى طفولة الانسانية، والتي قد تكون سابقة حتى لظهور الانسان العاقل، ما زال لها جذور عميقة راسخة في روح الانسان المعاصر.

إن أجدادنا لم يكونوا قادرين دون شك، على ادراك غرابة وضعهم الاّ بشكل مبهم، ذلك أنه لم تكن لديهم الأسباب (التي نعرفها الآن)، لجعلهم يشعرون بغرابتهم عن هذا الكون الذي تفتحت أعينهم عليه. ماذا رأوا فيه بادىء ذي بدء؟ حيوانات، نباتات، أي كائنات كان بامكانهم أن يكتشفوا مباشرة طبيعتها المشابهة لطبيعتهم. فالنباتات تنمو، تبحث عن الشمس، تموت. والحيوانات تصيد فريستها، تهاجم أعداءها، تتغذى وتدافع عن نسلها، الذكور تتصارع في سبيل امتلاك انثى. النباتات والحيوانات، كالانسان نفسه، كانت تفسر بسهولة: إن لهذه الكائنات مشروعاً (هادفاً) وهو أن تعيش وأن تستمر في ذريتها حتى ولو كان ثمن ذلك موتها. المشروع يفسر الكائن، وليس للكائن من معنى الاّ من خلال مشروعه.

غير أن أجدادنا كانوا يشاهدون من حولهم أشياء أخرى أشد غموضاً: صخوراً، أنهاراً، جبالًا، عاصفةً، مطراً، أجراماً سماوية. وبما أنها موجودة فانه لا بدّ أن يكون ذلك من أجل مشروع وأن يكون لها روح لتغذيه. وهكذا انحلت غرابة الكون بالنسبة لهؤلاء الناس: ليس ثمة أجسام جامدة، والّا لكان ذلك مبهماً. ففي جوف النهر وفوق قمة الجبل توجد أرواح أقل وضوحاً تغذي مشاريع أوسع وأشد غموضاً من المشاريع الواضحة، الشفافة العائدة الى البشر أو الحيوانات. وهكذا فإن أجدادنا كانوا يرون في أشكال الطبيعة وأحداثها قوى إما خيّرة وإما شريرة، ولكنها ليست أبداً لا مبالية أو غريبة.

إن المسار الأساسي للاحيائية (كما أنوي أن أحدده هنا) يكمن في اسقاط الوعي الذي يملكه الانسان، عن عمل جهازه العصبي المركزي الشديد المالية، على الطبيعة الجامدة. وبعبارة أخرى، إنه الافتراض بأن الظاهرات الطبيعية يمكن بل ويجب أن تفسر في نهاية الأمر، بالطريقة و«القوانين» نفسها التي تفسر بها الذاتية الانسانية الواعية والهادفة. لقد عبَّرت الاحيائية البدائية عن هذا الافتراض بكل سذاجة وصراحة ودقة، مالئة الطبيعة بالأساطير اللطيفة تارة والرهيبة طوراً، هذه الأساطير التي غذّت الفن والشعر، خلال قرون عديدة.

ومن الخطأ الابتسام، ولو بشيء من الحنان والاحترام اللذين تفرضهما الطفولة. فهل يعتقد أحد بأن الثقافة الحديثة قد عدلت عن التفسير الذاتي للطبيعة؟ لقد أقامت الاحيائية بين الطبيعة والانسان تحالفاً عميقاً، لا تنبسط خارجه سوى وحدة مخيفة. هل يجب قطع هذا الرباط لأن مسلمة الموضوعية تفرض ذلك؟ إن تاريخ الأفكار منذ القرن السابع عشر يشهد على الجهد الكبير الذي قام به المفكرون لتلافي هذه القطيعة ولاعادة اصطناع حلقة «التحالف القديم». لنفكر ملياً في محاولات لها عظمة محاولات لايبنتز Leibnitz أو في الصرح الهائل والبالغ الأهمية الذي أنشأه هيغل Hegel. غير أن المثالية لم تكن أبداً الملجأ الوحيد للاحيائية الكونية، ففي صميم بعض الايديولوجيات التي تدّعي لنفسها أساساً علمياً، ثمة اسقاط احيائي شبه مستتر.

التقدمية العلموية

إن الفلسفة البيولوجية لتيار دو شاردان Teilhard de chardin لم تكن لتستحق التوقف عندها لولا النجاح المدهش الذي حققته حتى في الأوساط العلمية. نجاح يشهد على القلق والحاجة الى إعادة عقد التحالف، وإلى تيار يعيد عقده بوضوح. إن

فلسفته، كفلسفة برغسون، مبنية بكاملها على مسلّمة تطورية أولية. إلا أنه يسلم، على عكس برغسون، بأن القوة التطورية تعمل في الكون بكامله، من الدقائق الأساسية الى المجرّات: ليس ثمة من مادة «جامدة»، وبالتالي فإنه ليس ثمة من تمييز جوهري بين المادة والحياة. ولقد قادت تيار الرغبة في تقديم هذا التصور ضمن إطار «علمي» الى تأسيسه على تحديد جديد للطاقة تكون موزعة بمقتضاه حسب متجهين: أحدهما (على ما أعتقد) الطاقة «العادية» والآخر يتطابق مع قوة الارتقاء التطورية. إن الغلاف الحيوي والانسان هما النتاج الحالي لهذا الارتقاء الصاعد على طول المتجه الروحاني للطاقة. وهذا التطور يجب أن يستمر الى أن تتركز الطاقة بكاملها حسب هذا المتجه: تلك هي النقطة (ω).

ومع أن منطق تيار Teilhard متعثّر وأسلوبه متكلف، فإن البعض ممن لا يقبلون أيديولوجيته بكاملها، يرون فيها شيئاً من السمو الشاعري. أما أنا فانني أصدم من انتقاء الدقة والصرامة الذهنية لهذه الفلسفة، وأرى فيها بشكل خاص تواطؤاً منظماً بهدف التوفيق والاسترضاء بأي ثمن.

إن فكرة إعادة التحالف الاحيائي القديم مع الطبيعة أو تأسيس تحالف جديد بفضل نظرية كونية يكون بمقتضاها التطور من الغلاف الحيوي الى الانسان، ضمن استمرارية التطور الكوني نفسه، ليست (الفكرة) من اكتشاف تيار. بل لقد كانت الفكرة المركزية للتقدمية العلموية في القرن التاسع عشر. ونراها في وضعية سبنسر Spincer، وفي مادية ماركس Marx وانجلز Engels الجدلية. إن القوة غير المعروفة، وغير القابلة لأن تعرف، والتي تعمل، وفقاً لرأي سبنسر، في الكون كله لتخلق فيه تنوعاً وتماسكاً وتخصصاً ونظاماً، لها تماماً الدور نفسه الذي تقوم به الطاقة «الارتقائية» عند تيار Teilhard: إن التاريخ الانساني هو امتداد التطور البيولوجي الذي هو بدوره جزء من التطور الكوني. بفضل هذا المبدأ الوحيد يسترد الانسان أخيراً مكانه البارز والضروري في الكون مع الثقة بالتقدم الموعود به.

إن قوة التمايز عند سبنسر (كالطاقة الارتقائية عند تيار) تمثل بشكل واضح الاسقاط الاحيائي. فلكي يكون ثمة معنى للطبيعة، وحتى لا تقوم بينها وبين الانسان هاوية لا قرار لها، ولكي تصبح أيضاً مفكوكة الألغاز وقابلة لأن تدرك بالعقل، كان لا بد من ايجاد مشروع ما لها. ومع غياب روح تغذي هذا المشروع، تدرج في الطبيعة «قوة» تطورية ارتقائية، مما يعني في الواقع الاستغناء عن مسلمة الموضوعية.

الاسقاط الأحيائي في المادية الجدلية

ومن دون شك فان الماركسية هي من ايديولوجيات القرن التاسع عشر العلمويّة، الأكثر نفوذاً والتي ما زالت تمارس تأثيرها العميق بعيداً خارج دائرة معتنقيها الواسعة. لذلك فإنه لأمر ذو دلالة أن يكون ماركس وانجلز قد لجأ، في محاولتهما إقامة صرح التعاليم الاشتراكية بالاستناد الى قوانين الطبيعة، وبشكل أكثر وضوحاً وعزماً عن سبنسر، الى الاسقاط الاحيائي. ويبدو لي مستحيلاً بغير ذلك ايجاد تفسير «للانقلاب» الذي استبدل به ماركس الجدلية المثالية عند هيغل بالمادية الجدلية.

إن مسلمة هيغل القائلة بأن القوانين الأكثر عمومية التي تحكم الكون في تطوّره هي ذات طبيعة جدلية، تجد مكانها ضمن نظام لا يعترف بأية حقيقة أزلية وأصيلة الا للفكر. فلو صح أن الأحداث والظاهرات جميعها ليست سوى مظاهر جزئية لفكرة تعقل نفسها، فمن المشروع أن نبحث في التجربة الذاتية لحركة الفكر، عن التعبير المباشر للقوانين الكونية. وبما أن الفكر يتبع النهج الجدلي فإن «القوانين الجدلية» هي التي تحكم الطبيعة بكاملها. غير أن الاحتفاظ بهذه القوانين الذاتية كما هي لجعلها قوانين كون مادي صرف، هو بمثابة اسقاط احيائي بكل وضوحه وبكل نتائجه ابتداء من التخلي عن مسلّمة الموضوعية.

لم يتناول ماركس ولا أنجلز تفصيلياً، انقلاب الجدلية هذا بهدف تقديم البرهان على صحته. إلا أنه من خلال أمثلة التطبيق العديدة التي يعطيها أنجلز (في كتابيه: أنتي دوهرنغ (Anti - Dühring) وجدلية الطبيعة (Dialectique de la nature)، يمكن أن نحاول إعادة بناء الفكر العميق لمؤسِّسي المادية الجدلية. ولعل المفاصل الأساسية لهذا الفكر هي التالية:

1 ـ إن نمط وجود المادة هي الحركة.

2 ـ إن الكون المحدد بكونه المادة بكليتها، الكائنة وحدها، هو في حالة تطوّر مستمر..

3 ـ كل معرفة صحيحة للكون هي من المعارف التي تسهم في إدراك معنى هذا التطور.

4 ـ غير أن هذه المعرفة لا تتم الا بالتفاعل التطوري هو نفسه وعلة التطور، بين الانسان والمادة (أو بالأحرى «بقية» المادة). وعلى ذلك فكل معرفة حقيقية هي «عملية».

5 ـ إن الـوعي ينتمي الى هذا التفـاعل المعـرفي وبالتـالي فإن الفكـر الواعي يعكس حركة الكون نفسه.

6 ـ بما أن الفكر هو جزء من الحركة الكونية وانعكاس لها، وبما أن حركته جدليّـة، فـإن قانـون تطور الكـون نفسه يجب أن يكـون جدليـاً. وهذا مـا يفسر ويبـرّر استعمال مصطلحات كالتناقض والاثبات والنفي بالنسبة لظاهرات طبيعية.

7 ـ إن الجدلية بنائية (خاصة بفضل «القانون» الثالث). وعلى ذلك فإن تطور الكون نفسه ارتقائي وبنائي. وأسمى تعبير لهذا التطور هو المجتمع الانسـاني والوعي والفكر، النواتج الحتمية لهذا التطور.

8 ـ بالتأكيد على الجوهر التطوّري لبنى الكون، تتجاوز المادية الجدلية جذرياً ماديـة القرن الثامن عشر التي، بارتكازهـا على المنطق الكـلاسيكي، لم تكن لتتعرف إلاّ على تفاعلات آلية بين أجسام مفترض أنها ثـابتة، وبقيت لـذلك غـير قابلـة لأن تفكر (تعقل) في التطور.

وبـالطبع يمكن الاعتـراض على هـذا العرض بنفي تطـابقه مـع الفكـر الحقيقي لماركس وأنجلز، غير أن ذلك ثانوي. فتأثير أيديولوجية ما يعود الى المعنى الذي يبقى في ذهن معتنقيها والذي يعطيها عنها تابعوها.

إن عـدداً لا يحصى من النصوص يثبت أن العـرض المقتـرح يمثـل عـلى الأقـل التـأويل الشـائع للمـادية الجـدلية. وأستشهـد هنا بنص ذي مـدلول عميق لكـون صاحبه، J.B.S. Haldane عالماً مشهوراً في البيولـوجيا الحـديثة. لقـد كتب يقول في مقدمته للترجمة الانجليزية لـ «جدلية الطبيعة» (Dialectique de la nature):

«إن المـاركسية تنظـر الى العلم من زاويتين. فـالماركسيـون يتنـاولـون العلم أولاً كنشاط بين سـائر الأنشطـة الانسانيـة الأخرى مظهـرين كيف أن الحركـة العلمية لمجتمع معين تتعلق بتطور حاجـاته، أي بطـرق انتاجـه التي يعمل العلم بـدوره على تعديلها وبالتالي على تعديل تطوّر الحاجات. غير أن ماركس وانجلز من جهة ثانية، لم يكتفيا بتحليل تحوّلات المجتمع. ففي الجدلية (Dialectique) اكتشفا القوانين العامة للتحوّل، ليس داخل المجتمع والفكر الانساني وحسب، بل وفي العالم الخارجي الذي يعكسه الفكر الانساني. وهذا يعني أن الجـدلية يمكن أن تنطبق عـلى مسائـل العلم «البحت» (المحض) وعلى العلاقات الاجتماعية للعلم».

العالم الخارجي «الذي يعكسه الفكـر الانساني»: تلـك هي، في الواقـع، المسألـة الأساسية. إن منطق الانقلاب (الذي استبدلت به الجدلية المثالية بالجدلية الماديـة)

يفرض حكماً أن يكون هذا الانعكاس أكثر من مجرد نقل أمين للعالم الخارجي. إنه لمن الضروري بالنسبة الى المادية الجدلية أن يصل «الشيء في ذاته» أو الظاهرة في ذاتها الى مستوى الوعي دون إفساد أو إفقار، ودون أن يمارس أي انتقاء على خصائصه. يجب أن يقدم العالم الخارجي بكامله الى الوعي في كماله الكلي لِبُناه وحركته(*).

وقد نجد في بعض نصوص ماركس نفسه، ما يتعارض مع هذا التصوّر الذي يبقى، مع ذلك، ضرورياً للتماسك المنطقي للمادية الجدلية، كما عرف ذلك جيداً معتنقوها وحتى ماركس وانجلز نفسهما. ولعلنا لا ننسى، من جهة أخرى، أن المادية الجدلية هي إضافة متأخرة نسبياً على البناء الاجتماعي - الاقتصادي الذي سبق لماركس أن أقامه. إضافة معدة بشكل واضح لأن تجعل من المادية التاريخية «علماً» مرتكزاً على قوانين الطبيعة نفسها.

ضرورة الابستيمولوجية النقدية

إن التمسك (التطلب) الجذري بصورة «المرآة الكاملة» تفسر ضراوة الجدليين المادّيين في الابتعاد عن كل شكل من أشكال النقد الابستيمولوجي الذي صار يوصف بالـ «مثالي» Idealiste وبالـ «كانطي» Kantienne (نسبة الى كانط).

ويمكن الى حد ما تفهم هذا الموقف من قبل مفكري القرن التاسع عشر، المعاصرين لبداية الانفجار العلمي الكبير. ولعله بدا آنئذ أن الانسان قد شرع، بفضل العلم، في السيطرة المباشرة على الطبيعة وعلى تملك مادتها بالذات. فما من أحد كان يشك مثلاً في أن الجاذبية لم تكن قانوناً لطبيعة نفسها مدركة في أعمق صميمها.

(*) لنذكر أيضاً بالنص التالي لهنري لوفيفر: (Le matérialisme dialectique: P.U.F. Paris, 1949, p. 92). «ليست الجدلية حركة داخلية للفكر، إنها واقع في الكائن قبل الفكر. إنها تفرض نفسها على الفكر. لنحلل أولاً الحركة الأشد بساطة والأكثر تجريداً، حركة الفكر بحد ذاته. بهذا نكتشف المقولات الأكثر عمومية ونكتشف تسلسلها. بعد ذلك علينا أن نربط هذه الحركة بالحركة المحسوسة، بالمحتوى المعطى. إذ ذاك نعي بأن حركة المحتوى والكائن تتضح لنا في القوانين الجدلية. إن تناقضات الفكر لا تأتي من الفكر أو من ضعفه أو من عدم ترابطه الحاسم وحسب، إنها تأتي من المحتوى. ان تسلسلها يتجه نحو التعبير عن الحركة الكلية للمحتوى ويرفعها إلى مستوى الوعي والتفكير».

وكما هو معروف فإن السبيل كان قد مهد أمام الحقبة الثانية للعلم، في القرن العشرين، بالعودة الى مصادر المعرفة نفسها. فمع نهاية القرن التاسع عشر أصبحت الحاجة ملحة (مطلقة) الى ابستيمولوجية نقدية كشرط لموضوعية المعرفة، ولم يعد الفلاسفة وحدهم يتعاطون هذا النقد، بل ورجال العلم أيضاً الذين صاروا مقودين الى تجسيده في النسيج النظري نفسه. وبهذا الشرط فقط كان يمكن لنظريتي النسبية وميكانيكية الكم أن تنموا (تتطورا).

من جهة ثانية، بلغ التقدم في ميداني الفيزيولوجيا العصبية وعلم النفس الاختياري حداً أخذ يظهر لنا معه من أوجه اداء هذا الجهاز ما يكفي ليوضح أن الجهاز العصبي المركزي لا يسلِّم الوعي الا معلومات مكودة، منقولة (ومؤطرة) بضوابط مقررة مسبقاً، وبالاختصار معلومات متمثلة لا مجرد معلومات معادة.

الافلاس الابستيمولوجي للمادية الجدلية

إن موضوعة الانعكاس الصرف والمرآة الكاملة التي لا تقلب حتى الصورة، تبدو لنا الآن هشة أكثر من أي وقت مضى. ولم يكن في الواقع ثمة ضرورة لانتظار التطورات العلمية التي حدثت في القرن العشرين لكي يظهر اللغو والغموض اللذان تقود اليهما هذه الموضوعة. فلقد قام انجلز نفسه بتقديم أمثلة عدة على التفسير الجدلي للظاهرات الطبيعية بهدف ايضاح الحقيقة لدوهرنغ M. Duhring. ولا يزال في الأذهان مثَل حبة الشعير المشهور الذي أعطي لتوضيح القانون الثالث: «إذا صادفت حبة شعير شروطاً سوية، تحدث فيها تغيرات مخصصة تحت تأثير الحرارة والرطوبة فتنبت: فهي تختفي إذاً كحبة شعير، وبمعنى آخر تنتفي وتحل مكانها النبتة التي نشأت منها والتي هي نفي للحبة. ولكن ما هو المسلك الطبيعي لهذه النبتة؟ إنها تنمو وتزهر وتتلقح وتنتج حبات جديدة من الشعير التي ما إن تنضج حتى تبدأ الساق بالذبول، فتنتفي النبتة بدورها. وكنتيجة لنفي النفي هذا، نحصل من جديد على حبة الشعير ولكن بعدد أكبر بعشر مرات أو عشرين مرة أو ثلاثين مرة...» الخ.

ويضيف انجلز في مكان آخر: «الأمر هو نفسه أيضاً في الرياضيات: لنأخذ أية كمية جبرية، (أ) مثلاً، لننفها، نحصل على (– أ). لننف هذا النفي بضرب (– أ) بـ (– أ)، نحصل على (أ^2)، أي على الكمية الإيجابية الأولية ولكنه بدرجة أعلى...» الخ.

هذه الأمثلة توضح اتساع الكارثة الابستيمولوجية الناتجة عن الاستعمال

«العلمي» للتأويلات الجدلية. إن الجدليين الماديين الحديثين يتحاشون الوقوع في ترّهات كهذه. غير أن اعتبار التناقض الجدلي «القانون الأساسي» لكل حركة ولكل تطور ليس في الواقع سوى محاولة منهجية تأويل ذاتي للطبيعة يسمح باكتشاف مشروع ارتقائي وبنائي وخلاق فيها من أجل فك رموزها واستخلاص معان لها. انه «الاسقاط الاحيائي» الذي يمكن اكتشافه دائماً كيفما تنكر.

وليس هذا التصور غريباً على العلم وحسب بل وغير متوائم معه، كما كان ذلك يظهر كلما خرج الجدليّون من الحَشْو «النظري» وحاولوا ايضاح سبل العلم التجريبي (الاختباري) بالاستناد الى تصوراتهم. فأنجلز نفسه (مع أنه كان من المتعمقين في علوم عصره) قد اضطر باسم الجدلية، الى رفض اثنين من أعظم اكتشافات عصره: المبدأ الثاني للتحريكية الحرارية والتأويل (الاصطفائي) لعملية التطوّر (رغم اعجابه الشديد بداروِن). وبالاستناد الى هذه المبادىء نفسها هاجم لينين Lénine بعنف بالغ ابستيمولوجية ماخ Mach، وأعطى جدانوف Jdanov فيما بعد تعليماته للفلاسفة الروس بمهاجمة «الألاعيب الكانطية لمدرسة كوبنهاغن»، واتهم ليسنكو Lysenko علماء الوراثة بتمسكهم بنظرية متناقضة جذرياً مع المادية الجدلية وبالتالي خاطئة بالضرورة. وقد بقي طرح ليسينكو محقاً على الرغم من استنكار علماء الوراثة الروس.

إن نظرية المورِّثة كمحدد وراثي عبر الأجيال وحتى عبر التهجينات، غير متوافقة مع المبادىء الجدلية. إنها بالتحديد نظرية مثالية لأنها ترتكز على مسلمة ثباتية. وإن معرفتنا الآن ببنية المورثة وبإوالية تكاثرها الثباتية لا يفيد شيئاً، لأن التوصيف الذي تعطيه البيولوجيا الحديثة عنها، محض إواليّ mécaniciste فلا يعدو الأمر إذاً، وفي أفضل الأحوال،كونه تصوّراً متعلّقاً بـ «المادية المبتذلة» يعتمد المبدأ الإواليّ وبالتالي فهو «مثالي موضوعياً»، كما جاء في ملاحظة السيد التوسير Althusser في تعليقه القاسي على محاضرتي الافتتاحية في الكوليج دو فرانس.

لقد استعرضت باختصار وبشكل غير مكتمل هذه الايديولوجيات أو النظريات المختلفة. وقد يصار الى الاعتقاد بأني أعطيت عنها صورة مشوّهة لكونها مجتزأة، وسأبرر ما قمت به بالتشديد على أنني لم أحاول هنا إلا أن أبرز ما تقول به هذه التصورات فيما يخص البيولوجيا، وبنوع خاص العلاقة التي تفترضها بين الثباتية والمآلية. لقد رأينا أن هذه الايديولوجيات كلها، دون استثناء تجعل من مبدأ مآلي أولي، محركاً للتطور العائد إما إلى الغلاف الحيوي وحده أو إلى الكون بكامله. إن كل هذه التصورات خاطئة بالنسبة للنظرية العلمية الحديثة، لا لسبب

منهجي وحسب (إذ إنها تفرض بطريقة أو بأخرى ترك مسلمة الموضوعية) بل وأيضاً لأسباب واقعية سيصار الى مناقشتها في الفصل السادس.

الوهم المركزيّ البشريّ

في أساس هذه الأخطاء يوجد بالتأكيد الوهم المركزي البشري (الإنساني) Illu-sion anthropocentriste. إن النظرية الشمسية المركزية Théorie héliocentrique، وفكرة القصور الذاتي Inertie ومبدأ الموضوعية لم تستطع تبديد هذا السراب القديم. كما أن نظرية التطور بدل أن تزيل الوهم، بدت كأنها، في بادىء الأمر، تضفي عليه حقيقة جديدة، وذلك بعدم جعلها الانسان مركزاً للكون، بل الوريث المنتظر والطبيعي للكون كله. باستطاعة الله أخيراً أن يموت ليحل مكانه هذا السراب الجديد والفخيم. إن الهدف النهائي للعلم من الآن فصاعداً سيكون تقديم نظرية موحّدة تعرض، بارتكازها على عدد قليل من المبادىء، الحقيقة الكاملة بما في ذلك الغلاف الحيوي والانسان. ومن هذا التأكيد المثير كانت تتغذى التقدمية العلمويّة في القرن التاسع عشر. وهي نظرية موحدة اعتقد الماديون الجدليون أنهم قد صاغوها.

لقد اضطر انجلز الى الرفض القطعي للمبدأ الثاني لأنه بدا أنه يهز اليقين بكون الانسان والتفكير الانساني هما النتاج الحتمي لارتقاء كوني، وانه لعميق المغزى أن يكون قد فعل ذلك في مقدمة «جدلية الطبيعة» (Dialectique de la nature)، وأن يربط هذه الفكرة مباشرة بتبشير كوزمولوجي عاطفي يَعد إن لم يكن النوع البشري كله، فعلى الأقل «الدماغ المفكر» بعودة أبدية، عودة في الواقع الى أحد أقدم أساطير الانسانية(*).

الغلاف الحيوي: حدث مفرد غير قابل للاستنتاج من المبادىء الأولى

وكان لا بد من انتظار النصف الثاني من القرن العشرين حتى يتلاشى السراب المركزي البشري الجديد المطعّم بنظرية التطوّر. وأعتقد انه يمكن التأكيد الآن بأن نظرية شاملة، مهما كان نجاحها كاملاً، لا تستطيع على الإطلاق أن تحوي الغلاف الحيوي وبنيته وتطوره كظاهرات قابلة للاستنتاج من المبادىءالأولى. وقد يبدو هذا الاقتراح غير واضح. فلنحاول توضيحه. إن نظرية كونية يجب أن تشمل، في الوقت

(*) وهكذا نصل الى نتيجة انه بطريقة ما، يعود توضيحها لعلماء المستقبل، تملك الحرارة المشعة في الفضاء امكانية التحول الى شكل آخر من الحركة تستطيع معه من جديد أن تتركز وتعود ناشطة. وهكذا تسقط الصعوبة الأساسية التي تفترض عودة الشموس الميتة الى توهج سديمي.

نفسه، النسبية ونظرية الكم ونظرية الدقائق الأولية. ويمكن لهذه النظـرية، فيمـا لو توفر لها التعبير عن بعض الشروط الأولية، أن تشمل أيضاً كوزمولوجيـا تتكهن بسير التطور الشامل للكون.

على أننا نعرف أن هذه التكهنـات (بعكس ما كـان يعتقد لابـلاس Laplace ومن بعـده العلم والفلسفة «المـادية» للقـرن التاسـع عشر) ليست سوى احصـائيـة. إن النظرية ستحتوي دون شك على الترتيب الـدوري للعناصر، إلا أنهـا لن تستطيع أن تحدد سوى احتمال وجود كـل منها. كمـا يمكن أن تتكهن بظهور أشيـاء كالمجـرات ومجموعة السيارات، غير أنه لا يمكنها على الاطلاق أن تستنتج من مبادئهـا ضرورة وجـود جسم معيّن أو حـدث معين أو ظـاهرة معينـة، كالمجـرة أندروميـد أو كـوكب الزهراء أو جبل أفرست أو عاصفة مساء البارحة. وبصورة عامة، إن النظرية تتكهن بوجود بعض الفئات من الأجسام أو الأحداث وبخصائصهـا وعلاقـاتها، ولكنهـا لا تستطيع التنبؤ بوجود أو بماهية الخصائص المميّزة لأي جسم أو لأي حدث خاص.

إن الفرضية التي أقدمها هنا هي أن الغلاف الحيـوي لا يحتوي عـلى أجسام أو ظاهرات يمكن التنبؤ بها. إنه يكون حدثاً خاصـاً، يتلاءم حتمـاً مع المبـادىء الأولى، ولكن لا يمكن استنتاجه من هذه المبادىء، وبالتالي فهو بالضرورة غير متوقع.

ليكن ذلك واضحاً: فعنـدما أقـول إن الكائنـات الحية، كفئـة (كجنس)، لا يمكن توقعها (تقديرها) انطلاقاً من المبادىء الأولى، فأنا لا أقصد أبداً الايحـاء بأنهـا غير قابلة للتفسير حسب هذه المبادىء، أي أنها تتعالىٰ (تفارق) عليها على نحو ما، وبـأن مبادىء أخرى، هي وحدها قابلة للتطبيق، يجب اللجـوء اليها. إن الغـلاف الحيوي، كما أراه، لا يمكن توقعه، تماماً كهذا الشكل المتميز من الذرات التي تكون الحصـاة التي أمسك بها.

إن أحداً لا يعيب قط على نظرية كونية عدم تأكيدها وجـود هذا الشكـل الخاص من الذرات أو عدم التنبؤ به، يكفي أن يكون هـذا الجسم الحالي المفـرد والحقيقي، متلائماً مع النظرية. إن هذا الجسم ليس واجب الوجود، حسب النظرية، بـل له حق الوجود.

اننا نرى ذلك كافياً عندمـا يتعلق الأمر بـالحصاة، لا بنـا نحن، فنحن نريـد أن نجعل لذاتنـا وجوداً ضروريـاً وحتمياً (ومنظمـاً منذ الأزل). إن الأديـان كلها وأكثـر الفلسفات وبعض العلم يشهد على الجهد الكبير الذي قـامت به الانسـانية في نفيهـا اليائس لكون وجودها كان مجرد احتمال.

الفصل الثالث

عفاريت ماكسويل

إن مفهوم الاستهدافية ينطوي على فكرة نشاط موجّه ومتماسك وبناء. بـالاستناد الى هـذه المعايـير، يجب اعتبار البـروتينات بمثـابة العـوامل الجـزيئية الأسـاسيـة للانجازات المآلية العائدة إلى الكائنات الحية.

البروتينات كعوامل جزيئية للمآلية البنيوية والوظيفية

1 ـ الكائنات الحية هي آلات كيميائيـة. فنمو الأجسـام الحية وتكـاثرهـا يقتضيان تحقيق آلاف من التفـاعـلات الكيميـائيـة التي يتم بفضلهـا تشكـل المكـوّنـات الأساسية للخلايا. وهـذا ما نـدعوه «بـالاستقلاب» métabolisme. وهـو منظم حسب «طـرق» عديـدة، متطابقـة أو متباعـدة أو دورية، يحتـوي كل منهـا على تعـاقب من التفاعـلات. ويؤمن الاتجاه المحـدّد والمردود المـرتفع لهـذا النشاط الكيميائي الهائل والمجهري، فئة من الجزيئات البروتينية تدعى الانزيمات، تقوم بدور منشطات (محفزات) مميزة.

2 ـ كما الآلة، تكون الأجسام الحية، حتى أشدها «بساطة»، وحدة وظيفية متماسكة ومتدامجة. ومن نافل القول إن التماسك الوظيفي لآلة كيميائية على هذه الدرجة من التعقيد، ومتمتعة الى ذلك بالاستقلالية، تـوجب بداهـةً تدخـل نظام تـوجيه أوتوماتي (سيبرنيتي) يتحكم بالنشاط الكيميائي عنـد نقاط عـديدة. وحتى الآن ما زلنا بعيدين عن توضيح البنية الكاملة لهذه الأنظمة خصوصاً عند الكائنـات الراقية. عـلى أن معرفتنـا باتت تشمـل عناصر عـديدة من هـذه الأنظمة بحيث يبدو، في كل الأحوال، أن عواملها الرئيسية هي بروتينات «ضابطـة» تقوم بـدور المكتشف (اللاقط) للاشارات الكيميائية.

3 ـ العضوية الحية آلة تبني نفسها بنفسها. وبنيتها المجسامية ليست مفروضة عليها بفعل تدخل القوى الخارجية. إنها تتكوّن تلقائياً بفضل تفاعلات بنّاءة داخلية. ومع أن معلوماتنا عن إوالية النمو لا تزال غير كافية، إلا أنه يمكننا التأكيد منذ الآن بأن التفاعلات البناءة مجهرية، جزيئية، وبأن الجزيئات المعنيّة هي أساساً، إن لم تكن حصراً، جزيئات بروتينية.

إذاً فالبروتينات هي التي توجه نشاط الآلة الكيميائية وتؤمن تماسكاً في ادائها وتقوم ببنائها. وترتكز كل هذه الانجازات المآلية للبروتينات بالنتيجة على ميزاتها «ذات الخاصية المجسامية»، أي على قدرتها في «التعرف» على غيرها من الجزيئات (بما فيها بروتينات أخرى) بفضل «شكل» هذه الأخيرة الذي تحدده بنيتها الجزيئية. الأمر يتعلق إذاً بخاصية تمييزية (إن لم نقل «إدراكية») ومجهرية، وبمعنى آخر، يمكننا القول بأن أي انجاز مآلي أو بنية مآلية لكائن حي، يمكن مبدئياً أن يحلل على أساس تفاعلات ذات خاصية مجسامية لبروتين واحد أو لعدة بروتينات أو حتى لعدد كبير منها(*).

إن التمييز ذا الخاصيّة المجسامية الذي يكوِّن وظيفة بروتين معيّن يرتبط ببنية هذا البروتين وبشكله. وبقدر ما نستطيع وصف منشأ هذه البنية وتطورها، بقدر ما ندرك منشأ وتطور الانجازات المآلية المكرسة لها.

سيصار خلال هذا الفصل الى البحث في وظيفة التنشيط العائدة الى البروتينات، وفي الفصل التالي في الوظيفة الضابطة، وفي الفصل الخامس في الوظيفة التكوينية. أما مشكلة منشأ البنى الوظيفية فسنعرض لها خلال هذا الفصل، ونستكملها في الفصل التالي.

والواقع أنه بالامكان دراسة الخصائص الوظيفية لبروتين معين دون الرجوع الى تفاصيل بنيته الخاصة (لا نعرف في الواقع سوى البنية الحسيّة لحوالي خمسة عشر بروتيناً). ولا نرى بأساً من التذكير ببعض المعطيات العامة التي نراها ضرورية.

(*) ان في ذلك تبسيط مقصود. فبعض بنى الحمض الريبي النووي المنقوص الأكسجين ADN، تقوم بدور ينبغي اعتباره مآلياً. إلى ذلك، تكون بعض الحموض الريبية النووية ARN القطع الأساسية للآلية التي تترجم الكود الوراثي (انظر الملحق ص 173). غير أن ثمة بروتينات مخصصة تشترك بهذه الإواليات التي تدخل في الاعتبار، خلال جميع مراحلها تقريباً، تفاعلات بين بروتينات وحموض نووية. إن اغفال كل نقاش حول هذه الإواليات لا يؤثر في تحليل التفاعلات المآلية الجزيئية وفي تأويلها العام.

البروتينات جـزيئات كبـيرة يراوح وزنهـا الجزيئي بـين 10.000 و1.000.000 أو أكثر. تتكون هذه الجزيئـات الضخمة من تمـاثر polymerisation تعـاقبي لمركبـات يقارب وزنها الجزيئي المئة، وتنتمي الى فئة الأحماض الأمينية. كل بـروتين يحتـوي إذا على ما يراوح بين 100 إلى 10.000 جذر من الأحماض الأمينيـة. ومع ذلـك فان الجذور الكثيرة العـدد هذه تنتمي الى عشرين مـركباً كيميـائياً فقط(*) مـوجودة عنـد الكائنات الحية كلها، من الجراثيم الى الانسان. هذه الرتـابة في التـركيب هي إحدى أكثـر الإبانـات اثارة للـدهشة من حيث إن هـذا التنوع الخـارق في البنى العيانيـة للكائنات الحية يرتكز في الواقع على وحدة عميقة في التركيب وفي البنية المجهرية. ولنا الى ذلك عودة.

أما النسبة الى الشكل العام للجزيئات، فيمكن التمييز بين فئتين من البروتينات:

أ ـ البروتينات «الليفية». وهي جزيئات مستطيلة جـداً تقوم عنـد الأحياء بـدور mécanique إوالي بشكـل رئيسي كما تقـوم بذلـك عـدة الـدفـع في المـركب الشراعي. ومـع أن خصـائص بعض هـذه البـروتينـات مثـيرة لـلاهتمـام (كالبروتينات العضلية)، فليس هنا مجال التكلم عنها.

ب ـ البروتينات «الكروية»، وهي الأكثر عدداً والأشد أهمية طبقـاً لوظيفتهـا. إن الأليـاف المكوّنـة من التماثـر التعاقبي لـلأحماض الأمينيـة تكـون في هـذه البروتينات منثنية على نفسها بطريقة بالغة التعقيد، تكتسب معها الجزيئـات بنية متراصة شبه كروية(**).

وحتى أكثر الكائنات الحية بساطة، يحتوي على عدد كبير من البروتينات المختلفة، ويقـدر هـذا العـدد بـ 2500 ± 500 عنـد الجـرثـومـة Escherichia coli (وزنهـا 15.10^{-13} غرام، طولها 2 ميكرون تقريباً). أما عند الحيوانات الـراقية، كـالانسان، فبالامكان اقتراح عدد المليون كمقدار تقريبي.

البروتينات ـ الأنزيمات كمنشطات مميزة

إن كل واحدة من آلاف التفـاعلات الكيميـائية التي تسهم في نمـو الجسم الحي وانجازاته، يثيرها (يحركها) انتقائياً بروتين ـ أنـزيم معين. ويمكننـا القول، مـع شيء

(*) راجع الملحق ص 168

(**) راجع الملحق ص 170

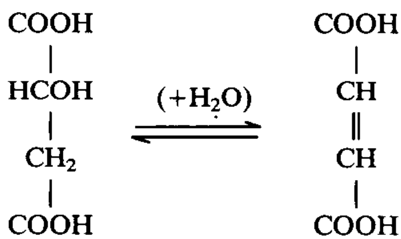
يسير جداً من التبسيط، إن كل انزيم لا يمارس نشاطه التحفيزي في الجسم الا عند نقطة معيّنة من الاستقلاب. وتمتاز هـذه الأنزيمـات عن المنشطات غـير البيولـوجية الشائعة الاستعمال في المختبرات وفي الصناعة، بقدرتها غـير العاديـة على الانتقـاء. ومع أن بين هذه المنشطات (غير البيولوجية) مـا هو شـديد الفعـالية، أي قـادر على تسريع تفاعلات كيميائية مختلفة بكميـات ضئيلة جـداً، إلا أنه لا يمكن مقـارنة أي منها من حيث خاصية عمله، بأي من الأنزيمات المعروفة.

ويمكن اعتبار هذه الخاصية مزدوجة:

1 ـ إن كل انزيم لا ينشط إلا نمطاً واحداً من التفاعلات.

2 ـ وفي الأجسام الكيميائية الخاضعـة لهذا النمط من التفـاعلات، وهي عـديدة في الجسم العضوي، لا يكون الأنزيم فعالاً بصـورة عامـة، إلا بالنسبـة الى واحد منها وحسب، وسنحاول ايضاح ذلك ببعض الأمثلة.

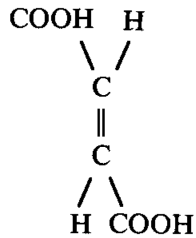
فثمة أنزيم (فومارز) ينشط إماهة hydratation (إضافة الماء) حمض الفومـاريك الى حمض الماليك:



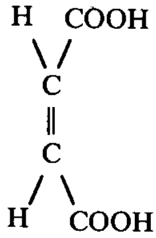
(حمض الماليك) (حمض الفوماريك)

هذا التفاعل متبدل، فـالأنزيم نفســه ينشط أيضاً عمليـة انكاز Déshydratation حمض الماليك وتحويله الى حمض الفوماريك.

وهنـاك مماكب Isomère هنـدسي لحمض الفومـاريك هـو حمض الماليـك القابـل للخضوع كيميائياً الى تفاعل الأماهة نفسه:



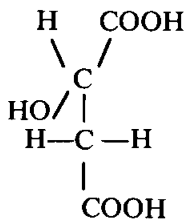
(حمض الفوماريك)



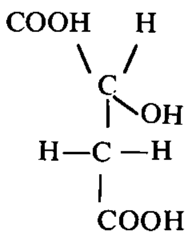
(حمض الماليك)

غير أن الأنزيم يبقى خاملاً تماماً تجاه هذا المماكب.

من جهة ثانية يوجد مماكبان بصريان لحمض الماليك، يحمل كل منهما ذرة كربون لا متناظرة(*). هذان المماكبان (كل منهما بمثابة صورة الآخر في مرآة مسطحة) هما كيميائياً متكافئان غير قابلين للانفصال بالطرق الكيميائية الكلاسيكية:



(حمض D ـ ماليك)



(حمض L ـ ماليك)

ومع ذلك فالأنزيم يمارس بين الاثنين تمييزاً مطلقاً:

1 ـ ينكز الأنزيم حمض L ـ ماليك حصراً ليعطي حصراً حمض الفوماريك.

2 ـ إنطلاقاً من حمض الفوماريك، يعطي الأنزيم حصراً حمض L ـ ماليك ولا يعطي مطلقاً حامض D ـ ماليك.

إن التمييز الدقيق الذي يمارسه الأنزيم بين المماكبات البصرية لا يمثل الإبانة الدامغة لخاصية الأنزيمات الفراغية Stérique وحسب، بل ويعطي التفسير لظاهرة بقيت طويلاً غامضة، وهي أنه بين المكونات الكيميائية اللامتناظرة للخلية (وهي تمثل

(*) المركّبات التي تحتوي على ذرة كربون متصلة بأربع مجموعات مختلفة تكون من جراء ذلك لا متناظرة. مركبات كهذه تكون «ناشطة ضوئياً» لأن اختراق ضوء مستقطب لهذه الأجسام يجعل مستوى الاستقطاب يدور نحو اليسار (اجسام مياسرة: L) او نحو اليمين (اجسام ميامنة: D).

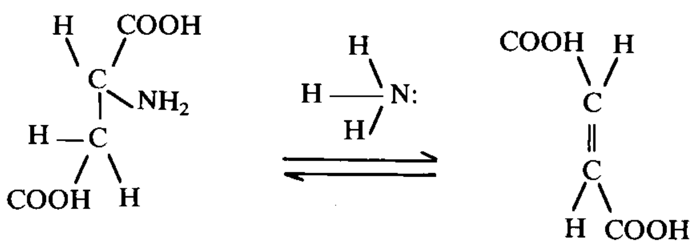
الغالبية في الواقع) يكون أحد المماكبين البصريين فقط موجوداً في الغلاف الحيوي بصورة عامة. غير أنه، من ناحية أخرى، وحسب مبدأ كوري العام حول حفظ التناظر، فإن الحصول على جسم لا متناظر بصرياً انطلاقاً من جسم متناظر (حمض الفوماريك) يفترض:

1 ـ أن يكون الأنزيم نفسه «مصدر» اللاتناظر، أي أن يكون هو نفسه ناشطاً بصرياً، وهذه هي الحالة في الواقع.

2 ـ أن يكون التناظر الأولي للمادة الأساسية قد فقد خلال تفاعلها مع البروتين ـ أنزيم. في هذه الحالة ينبغي أن يتم تفاعل الاماهة ضمن «مركب» يتشكل من ارتباط مؤقت بين «المادة الأساسية» والأنزيم. ضمن مركب كهذا يفقد حمض الفوماريك تناظره الأولي في الواقع.

إن لمفهوم «المركب ذي الخاصية المجسامية»، باعتباره يوضح ميزة وفعالية منشط الأنزيمات، أهمية مركزية. وسنعود الى ذلك بعد مناقشة أمثلة أخرى.

ثمة أنزيم أخر، في بعض الجراثيم، يدعى الأسبارتاز، يعمل حصراً على حمض الفوماريك دون أي جسم أخر وبخاصة دون المماكب الهندسي لهذا الحمض، المعروف بحمض الماليك. إن تفاعل «الاضافة على الترابط المزدوج» الذي ينشطه هذا الأنزيم هو مماثل تماماً للتفاعل السابق مع فارق أن جزيئة أمونياك هذه المرة، لا جزيئة ماء، هي التي تتكثف مع حمض الفوماريك لتعطي حمضاً أمينياً: حمض الاسبارتيك.



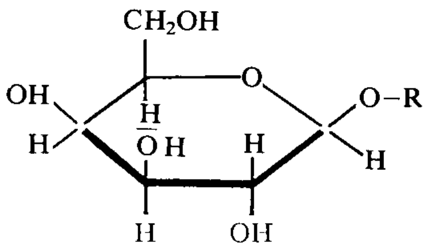
حمض L ـ اسبارتيك　　　　حمض الفوماريك

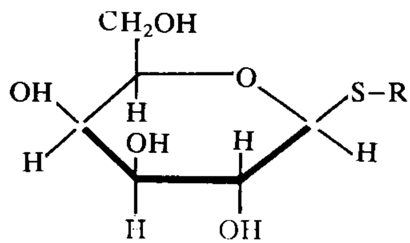
إن حمض الأسبارتيك يحتوي على كربون لا متناظر فهو إذاً ناشط بصرياً. وكما هو الأمر في الحالة السابقة فإن هذا التفاعل الأنزيمي ينتج عنه أحد المماكبين فقط،

وهو المماكب «الطبيعي» الذي ينتمي الى المجموعة L (المماكب المياسر) لأن الأحماض الأمينية الداخلة في تركيب البروتينات تنتمي الى المجموعة L.

وهكذا فإن الأنزيمين المذكورين، الاسبارتاز والفومارار، لا يفصلان بدقة بين المماكبات البصرية والهندسية العائدة الى المادة الأساسية والنواتج وحسب، بل وبين جزيئات الماء وجزيئات الأمونياك أيضاً. وهذا ما يدفعنا الى الاعتقاد بأن هذه الجزيئات تدخل، في تكوين المركّب ذي الخاصية المجسامية الذي تتم فيه عملية التفاعل بالجمع من جهة، وبأن وضعية الجزيئات بالنسبة لبعضها الآخر محدد بدقة بالغة ضمن المركب من جهة ثانية. من هذه الوضعية الدقيقة ينتج، في آن معاً، خاصية النشاط وخاصية التفاعل المجسامية.

هذه الأمثلة لا تسمح لنا باستنتاج وجود المركّب ذي الخاصية المجسامية كوسيط للتفاعل الأنزيمي إلا على سبيل الافتراض التفسيري. غير أنه، في بعض الحالات المناسبة، يمكن البرهان مباشرة على وجود هذا المركّب، كما هو الحال بالنسبة الى انزيم β ـ غالاكتوزيداز الذي ينشط، بخاصة حلمهة hydrolyse الأجسام ذات البنية التي تمثلها الصيغة (أ) التالية:


(أ)


(ب)

في هاتين الصيغتين يمثل حرف R جذر غير محدد.

لنعد الآن الى الذاكرة بأن لهذه الأجسام عدداً كبيراً من المماكبات (16 مماكباً هندسياً تتحالف طبقاً للاتجاه الذي تتخذه المجموعتان الذرّيتان (OH) و (H) بالنسبة لذرّات الكربون 1 إلى 5، بالاضافة الى المقابلات البصرية لكل من هذه المماكبات).

والواقع أن الأنزيم يُفرق بدقة تامة بين هذه المماكبات جميعها، ولا يتواسط سوى حلمهة Hydrolyse واحد منها فقط. غير أنه يمكن «خداع» الأنزيم بتخليق «مماثلات

مجسامية» لمركبات من هذه المجموعة وذلك باحلال ذرة كبريت مكان ذرة الأكسجين في الرابطة القابلة للحلمهة (الصيغة ب). ذرة الكبريت، وهي أكبر من ذرة الأكسجين تتمتع بالتكافؤ نفسه، كما أن اتجاهات التكافؤ هي نفسها بالنسبة للذرتين المذكورتين. ينتج عن ذلك أن الشكل الثلاثي الأبعاد لهذه المشتقات الكبريتية وللمركبات المتماثلة التي تحتوي على أكسجين، هو نفسه على وجه التقريب. غير أن الرابطة الناشئة عن الكبريت هي أشد استقراراً من رابطة الأكسجين. وبالتالي فإن الأنزيم غير قادر على تواسط تفاعل الحلمهة لهذه الاجسام. غير أنه يمكن البرهان مباشرة على أنها تشكل، مع البروتين، مركباً ذا خاصية مجسامية.

ملاحظات كهذه، لا تؤكد على صحة نظرية المركّب وحسب، بل تبرهن أيضاً على أن التفاعل الأنزيمي يتكون من مرحلتين متمايزتين:

1 . تشكل مركب ذي خاصية مجسامية بين البروتين والمادة الأساسية.
2 . تنشيط محفّز للتفاعل ضمن المركّب، وهو تفاعل موجّه وذو خاصية، بفضل بنية المركب نفسه.

الرابطات التشاركية والرابطات اللاتشاركية

لهذا التمييز بين المرحلتين أهمية حاسمة تسمح بإبراز أحد أهم مفاهيم البيولوجيا الجزيئية. غير أنه يجدر التذكير قبلاً بأنه، بين مختلف انماط الترابط الذرية التي تسهم في ثبات البنية الكيميائية يمكن أن نميز بين نوعين:

أ) الرابطات التشاركية.
ب) الرابطات اللاتشاركية.

تنتج الرابطات التشاركية (والتي نسميها غالباً «الرابطات الكيميائية» بحصر المعنى) عن اندماج مدارات الكترونية بين ذرتين أو أكثر. أما الرابطات اللاتشاركية فتعود الى أنماط أخرى عديدة من التفاعلات (التي لا توجب اقتسام المدارات الالكترونية).

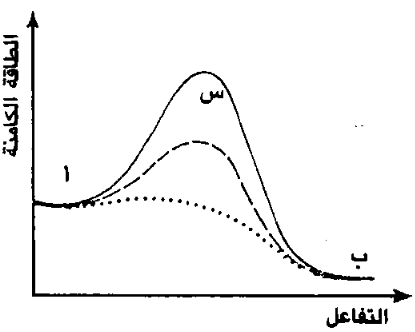
وقد لا يكون ضرورياً، فيما يهمنا هنا، أن نحدد طبيعة القوى الفيزيائية التي تتدخل في مختلف أنماط التفاعلات هذه. بل ينبغي أن نلفت أولاً الى أن هاتين الفئتين من الرابطات تختلفان فيما يعود لطاقة الترابطات التي يؤمنانها. وبقليل من التبسيط، ومع الإشارة إلى أننا نأخذ بالاعتبار التفاعلات الكيميائية التي تحدث فقط في الطور المائي، يمكننا أن نقبل بأن مقدار الطاقة المكتسبة أو المحرّرة بفضل

تفـاعلات تـدخل في الاعتبـار رابطات تشـاركية، هـو في منزلـة تـراوح بـين 5 و 20 كيلوحريـرة (للرابطـة الواحدة). أما بـالنسبة لتفـاعل ينطـوي فقط على رابطـات لا تشاركية فمتوسط الطاقة يكون بين 1 و 2 كيلوحريرة(*).

هذا الفرق الهام يفسّر جزئياً الفرق بين الاستقرار الكيميائي للبناءيْن «التشاركي» و «اللاتشاركي». غـير أن الأسـاسي لا يكمن هنـا، بل في الفـرق بين مقـدار الطاقـات «المنشطة» المستخدمة في هذين النمطـين من التفاعـلات. وهذا المفهـوم هو عـلى قدر كبير من الأهمية. ولكي نوضح ذلك، يجدر التذكير أولاً بأن أي تفاعل ينقل مجمـوعة جزيئات من حالة مستقرة معينة الى حالة أخرى، يمر بحالة وسيطة ذات طاقة كامنة أعلى من التي يتمتع بهـا كل من الحـالتين النهـائيتين. وتتمثـل هذه السـيرورة عادة برسم بياني تمثـل إحدى إحـداثياتـه تدرج التفـاعل، والأخـرى، الطاقـة الكامنـة (شكل 1).

شكل 1

(مخطط تغيير الطاقة الكامنة للجزيئات خلال عملية تفاعل).



ا ـ الحالة المستقرة الاولية (الاصلية).

ب ـ الحالة المستقرة النهائية.

س ـ الحالة الوسيطة: طاقتها الكامنة اعلى من طاقة الحالتين المستقرتين.

الخط المستمر: تفاعل تشاركي.

الخط المتقطع: تفاعل تشاركي مع وجود منشط يخفض من مقدار طاقة التنشيط.

الخط المنقط: تفاعل لا تشاركي.

(*) ينبغي التذكير أن طاقة الربط هي الطاقة الضرورية لفك هذا الربط. غير أن أكثر التفاعلات الكيميائيـة، وبخاصة الكيميائية الحيوية، ترتكز على تبادل الروابط أكثر من مجـرد فصمها. والطـاقة المستعملـة في التفـاعل هي التي تتمثـل بتبادل من نمط: XYB → A+Y X B+A فهي اذاً، وبشكـل دائم، دون طاقـة الربط.

إن الفرق في الطاقة الكامنة بين الحالتين النهائيتين يساوي الطاقة القابلة للتحرير خلال التفاعل. أما الفرق بين الحالة الأولى والحالة الوسيطة (الحالة المنشّطة)، فهي طاقة التنشيط التي يجب أن تحصل عليها الجزيئات آنياً لكي تدخل في التفاعل.

هذه الطاقة المكتسبة في مرحلة أولى والمحررة في مرحلة ثانية ليست واردة في الحصيلة الترموديناميكية (التحريكي الحراري) النهائية. ومع ذلك فإن سرعة التفاعل تتعلق بمقدار هذه الطاقة. فهي، (أي سرعة التفاعل) تصل الى الصفر عند درجة الحرارة العادية اذا كانت طاقة التنشيط مرتفعة. ولكي يصار إلى إطلاق التفاعل، يجب إما رفع درجة الحرارة كثيراً (درجة الحرارة التي يتعلق بها قسم الجزيئات الذي اكتسب الطاقة الكافية) أو استعمال منشط يكون دوره العمل على «استقرار» الحالة المنشّطة وبالتالي خفض فارق الكمون بين هذه الحالة والحالة الأصلية.

غير أن النقطة المهمة عموماً هي:

أ) ان طاقة تنشيط التفاعلات التشاركية مرتفعة، وبالتالي فان سرعتها ضعيفة جداً، وقد تبلغ الصفر عند درجة حرارة متدنية مع غياب المنشطات.

ب) ان طاقة تنشيط التفاعلات اللاتشاركية ضئيلة وتكاد تبلغ الصفر، وبالتالي فان هذه التفاعلات تحدث تلقائياً وبسرعة كبرى عند درجة حرارة متدنية، ومع غياب المنشطات.

يستتبع ذلك أن البنى التي تحددها تفاعلات لا تشاركية لا تصل الى حالة من الاستقرار إلا اذا استخدمت تفاعلات متعددة. الى ذلك، لا تحصل التفاعلات اللاتشاركية على طاقة ذات شأن إلا إذا كانت الذرات جدّ متقاربة، أي عملياً في حالة «تماس». وبالتالي فانه لا يمكن لجزيئين (أو لنطاقين جزيئيين) أن يكتسبا رابطة لا تشاركية إلا إذا كان على سطحها مساحات اضافية تتيح لعدة ذرات من جزيئة أن تتصل بعدة ذرات من الجزيئة الأخرى.

مفهوم المركب اللاتشاركي ذي الخاصية المجسامية

فإذا ما أضفنا الى ذلك أن المركّبات المكوّنة من الأنزيم ومن المادة الأساسية هي ذات طبيعة لا تشاركية، لوضح السبب في كون هذه المركبات ذات خاصية مجسامية بالضرورة، ذلك أنها لا يمكن أن تتكوّن إلا إذا كان جزيء الأنزيم يحتوي على مساحة «اضافية» تماماً من شكل جزيء المادة الأساسية. وسنرى لاحقاً أن وضعية جزيء المادة الأساسية ضمن المركب تكون محددة بدقة بفضل التفاعلات العديدة التي تربطها بالمساحة المستقبلة لجزيء الأنزيم.

وأخيراً سنرى أن استقرار المركّب اللاتشاركي يتغير تغيراً كبيراً حسب عدد التفاعلات اللاتشاركية التي تدخل في الاعتبار. هذه الميزة تعتبر ثمينة بالنسبة للمركّبات اللاتشاركية لأنها تجعل استقرارها يتواءم تماماً مع الوظيفة المؤدّاة. فالمركبات أنزيم ـ مادة أساسية يجب أن تكون قابلة لأن تتكوّن وتتفكّك بسرعة، وهذا هو الشرط الأساسي لنشاط أنزيمي مرتفع. والواقع أن هذه المركبات قابلة للتفكك بسهولة وسرعة كبيرتين. إلا أن ثمة مركّبات أخرى لها وظائف مستمرة تتمتع باستقرار يعادل استقرار ترابط تشاركي.

حتى الآن لم نبحث الا في المرحلة الأولى من التفاعل الأنزيمي: مرحلة تكوّن المركب ذي الخاصّية المجسامية. أما مرحلة التحفيز التي تتبع تكوّن المركب، فلن تستوقفنا طويلاً لانها لا تطرح مشاكل لها مدلولات عميقة من الناحية البيولوجية كالمرحلة السابقة. ومن المسلّم به حالياً أن عملية التحفيز الانزيمية تنتج عن الفعل التحريضي والمستقطب لبعض التجمعات الكيميائية الموجودة في «المستقبل المخصص» العائد الى البروتين. إن مفعول التحفيز يفسر (بالاضافة الى الخاصية الناتجة عن الوضعية الدقيقة لجزيء المادة الأساسية بالنسبة للمجموعة المحرضة) بترسيمات شبيهة بالتي تفسر مفعول بعض المحفزات غير البيولوجية (كالشاردين H^+ و OH^- بصورة خاصة).

ان تشكل المركب ذي الخاصية المجسامية، الممهد لفعل التحفيز نفسه، يمكن اعتباره مستوفياً لوظيفتين:

1 ـ الاختيار الحصري كمادة اساسية معيّنة، تحدده بنيته المجسامية.
2 ـ عرض المادة الأساسية حسب اتجاه دقيق يحصر ويعيّن في آن معاً، المفعول المحفِّز للمجموعات المحرِّضة.

إن مفهوم المعقد اللاتشاركي ذي الخاصة المجسامية لا يقتصر على الأنزيمات أو حتى على البروتينات وحسب، بل وله أهمية كبرى في تفسير كل ظاهرات الاختيار والتمييز الانتقائي الذي يميز الكائنات الحيَّة ويجعلها تبدو ظاهرياً، وكأنها تفلت من المصير الذي يقضي به المبدأ الثاني. ومن المفيد هنا أن نعود إلى مثل أنزيم الفورماراز.

إذا حققنا عملية تأمين حمض الفوماريك (أي تحويله الى حمض أميني) بالطرق العادية المتبعة في الكيمياء العضوية، فإننا نحصل على مزيج من المماكبين البصريين لحمض الأسبارتيك. أما الأنزيم فانه على العكس من ذلك يحفِّز حصراً تكوين حمض L ـ أسبارتيك. فهو يحمل بالتالي معلومة تتيح له اختياراً ثنائياً (لأنه لا يوجد

سوى مماكبين). وهنا نلمس، على أكثر المستويات بساطة، كيف يتم خلق وتوزيع معلومة بنيوية لدى الكائنات الحية. إن الأنزيم يملك طبعاً، في بنية المستقبل ذي الخاصة المجسامية العائد اليه، المعلومة التي توافق هذا الاختيار، غير أن الطاقة الضرورية لتضخيم هذه المعلومات لا تأتي من الأنزيم نفسه: فلكي يقتصر توجيه التفاعل طبقاً لاحدى الطريقتين الممكنتين، يستعمل الانزيم الكمون الكيميائي المتمثل بمحلول حمض الفوماريك. إن كل نشاط الخلايا التخليقي، مهما كان معقداً، قابل في النهاية للتأويل حسب هذه الطريقة.

عفريت ماكسويل

إن هذه الظاهرات المذهلة بتعقيدها وفعاليتها في تحقيق برنامج محدد سلفاً تفترض حتماً أن تكون مسيرة من جراء ممارسة وظائف «إدراكية» إذا جاز التعبير. وقد عزا «ماكسويل» الى عفريته المجهري وظيفة كهذه. فمن المعروف أن على هذا العفريت الكامن عند المدخل الموصل بين نطاقين مملوءين بجسم غازي، أن يشغل، دون استهلاك لأية طاقة، فتحة مثالية تسمح له منع مرور بعض الجزيئات من نطاق الى آخر. ان هذا العفريت يملك إذاً «الخيار» بأن لا يسمح بالمرور في اتجاه معين إلا للجزيئات السريعة (ذات الطاقة المرتفعة)، وفي الاتجاه المعاكس، الجزيئات البطيئة (ذات الطاقة المنخفضة). ونتيجة لذلك ترتفع درجة الحرارة في أحد النطاقين وتنخفض في الأخرى، بعد أن كانت لهما في البدء درجة حرارة واحدة، كل ذلك دون استهلاك ظاهري للطاقة. وعلى الرغم من كونها خيالية، فلقد أثارت هذه التجربة حيرة الفيزيائيين: لقد بدا أن العفريت بممارسته لوظيفته «الادراكية» قد استطاع خرق المبدأ الثاني. ولما كانت هذه الوظيفة الادراكية غير قابلة للقياس أو للتحديد فيزيائياً فلقد بدا أن «مفارقة» ماكسويل قد افلتت من كل تحليل اجرائي.

غير أن مفتاح هذه المفارقة ما لبث ان اكتشف من قبل ليون بريّوان Léon Brillouin بالاستناد الى دراسة سابقة قام بها سيلار Szilard. فلقد استطاع أن يبرهن على أن العفريت خلال ممارسته لوظائفه «الادراكية»، يقوم حتماً باستهلاك كمية من الطاقة تعوّض بالضبط، في الحصيلة الختامية للعملية، انخفاض القصور الحراري للنظام. والواقع أنه لكي يقوم العفريت باغلاق الفتحة عن دراية، فانه لا بد أن يكون قد قام أولاً بقياس كل جزيء غازي، وكل قياس، أي كل احراز لمعلومة، يفترض تفاعلاً يكون بدوره مستهلكاً للطاقة.

هذه المبرهنة المشهورة تكوّن أحد مصادر التصورات الحديثة العائدة الى التكافؤ

بين المعلومة والقصور الحراري السلبي. وما يهمنا هنا من هذه المبرهنة كون الانزيمات تمارس على الصعيد المجهري، وظيفة خلّاقة ترتيبية (منظمة). غير أن الخلق الترتيبي هذا ليس مجانياً كما رأينا: فهو يحدث على حساب استهلاك للكمون الكيميائي. إذ إن الانزيمات تعمل تماماً على طريقة عفريت ماكسويل، المصحَّح من قبل سيلار وبريوان دافعة الكمون الكيميائي الى طرق يختارها البرنامج الذي تقوم هي بتنفيذه.

لنبق في ذهننا المفهوم الأساسي للأفكار التي طورناها خلال هذا الفصل: إنه بفضل قدرتها على تشكيل مركبات لا تشاركية ذات خاصية مجسامية مع جزيئات أخرى، تستطيع البروتينات أن تقوم بممارسة وظائفها «الشيطانية». وسنحاول في الفصول القادمة توضيح الأهمية الكبرى لهذه الفكرة ـ المفتاح التي سنجدها بمثابة التأويل النهائي لأكثر خصائص الكائنات الحية تمييزاً.

الفصل الرابع

السيبرنيتية المجهرية

إن أي أنـزيم «كلاسيكي» (كـالأنزيمـات التي أخذت مثـالاً في الفصل السـابق) يكون، بفضل خاصيته، وحدة وظيفية مستقلـة تمامـاً. وتقتصر الوظيفـة «الادراكية» لهذه «الشياطين» على التعرف على المـادة الخاصـة بها دون أي جسم آخـر، وبغض النظر عن أي طارىء يمكن أن يحدث داخل الآلة الكيميائية الخلوية.

التماسك الوظيفي والآليات الخلوية

إن نظرة بسيطة عـلى ترسيمـة توجـز المعارف الحـالية عن الاستقـلاب الخلوي، تكفي لتجعلنا نتنبأ بأنه حتى في حال قيام كـل أنزيم بـالمهمة الملقـاة عليه خـير قيام خلال المرحلة الخاصة به، فإن المجموع العـام لهذه الأنشطـة لا يمكن أن يؤدي إلا الى فوضى مطلقة لـولا أن بعضـها يخضــع، على نحـو ما، للبعض الآخـر ضمن نظام متماسك. والواقع أننا بتنا نملك الأدلة الأكيدة على الفعالية القصوى للآلة الكيميائية العائدة الى الكائنات الحية، من أشدها «بساطة» الى أكثرها «تعقيداً».

فعند الحيوانات، نعلم منذ زمن بعيد وبالتأكيد بـوجود منظـومات تؤمن التنسيق عـلى أوسع نطـاق بين انجـازات الجسم، كوظـائف الجهاز العصبي وجهـاز الغـدد الصماء. هذان الجهازان يؤمنان في الواقع التنسيق بين الأعضاء أو الأنسجـة، أي، في نهاية الأمر، بين الخلايا. أما وجود شبكة سيبرنيتيـة داخل كـل خلية تعـادل، بل تتجاوز في تعقيدها هذه الأنظمة، وتؤمن التماسك الوظيفي لـلآلة الكيميـائية الضمن خلوية intracellulaire، فهذا ما لم تكشفه الأبحاث الا في السنـوات العشرين اذا لم يكن في الخمس أو العشر الماضية.

وعلى الرغم من أننا ما نزال بعيدين عن التحليل الكامل للمنظومة التي تتحكم في استقلاب ونمو وانقسام أكثر الخلايا بساطة وهي الجراثيم، الا أننا، بفضل التحليل التفصيلي لبعض نواحي هذه المنظومة، بتنا نعرف الآن مبادىء ادائها بشكل كاف. هذه المبادىء هي موضوع بحثنا خلال هذا الفصل. وسنرى أن ثمة بروتينات متخصصة، تقوم بدور الكاشف والمكامل intégrateur للمعلومات الكيميائية، هي التي تؤمن العمليات السيبرنيتية البدائية.

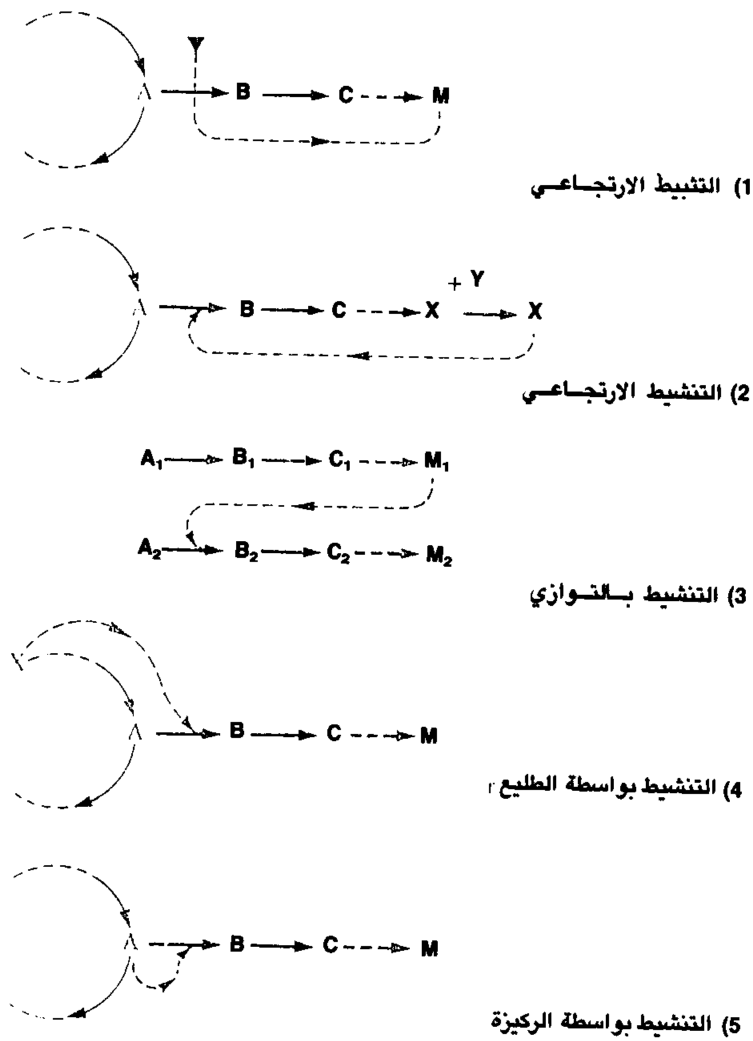
البروتينات الضابطة ومنطق الضبط

أشهر هذه البروتينات الضابطة المعروفة حالياً هي الانزيمات «المتحوزة» allostériques، التي تكون مستقلة، بفضل الخصائص التي تميزها عن الانزيمات الكلاسيكية. وعلى غرار هذه الاخيرة، تتعرف الانزيمات المتحوزة، من خلال اندماجها بها، على مادة اساسية مميزة، وتنشط تحولها الى نواتج كيميائية. غير أنه، بالاضافة الى ذلك، تتعرف هذه الانزيمات انتقائياً على مكون أو أكثر يؤثر ارتباطها (ذو الخاصية الحيِّزيّة) بالبروتيين، على تغيير تأثيره على المادة (يزيده أو يكبحه حسب الحالة).

وظيفة ضبط وتنسيق التفاعلات من هذا النوع (أي التفاعلات المتحوزة) قد أصبحت الآن مؤكدة بفضل العديد من التجارب، ويمكننا أن نصنف هذه التفاعلات في عدد من «انماط الضبط» طبقاً للعلائق القائمة بين التفاعل وبين المنشأ الاستقلابي «للمنشِّطات المتحوزة» التي تخضعها لها. وأهم انماط الضبط هذه هي التالية (شكل 2).

الشكل 2

«أنماط الضبط» المختلفة المحققة بفضل تفاعلات متحوزة.



ترمز الأسهم المتواصلة الى التفاعلات الكيميائية المؤدية إلى أجسام وسيطة (A, C, B...) ويرمز الحرف M إلى المستقبلة النهائية الناتجة عن تعاقب التفاعلات الكيميائية. أما الأسهم المتقطعة فترمز إلى منشأ ونقطة ارتكاز مستقبلية تعمل كمؤثر متحوز كابح أو مثير للتفاعل. (انظر النص ص 76).

1 ـ **التثبيط الارتجاعي**: الأنزيم الذي ينشط التفاعل الأول لتعاقب يؤدي الى مستقلبة أساسية (مكونة للبروتينات أو لأحماض نووية مثلاً(*))، يتم تثبيطه بواسطة الناتج النهائي للتعاقب. التركيز الضمن خلوي لهذه المستقلبة هو الذي يتحكم اذاً بسرعة تخليقها.

2 ـ **التنشيط الارتجاعي**: يتم تنشيط الأنزيم بواسطة أحد نواتج تفكك المستقلبة النهائية. تحدث هذه الحالة غالباً بالنسبة للمستقلبات التي يقوم كمونها الكيميائي المرتفع بدور المقايض في عملية الاستقلاب. نمط الضبط هذا يسهم اذاً في جعل الكمون الكيميائي المتاح يحافظ على مستوى معين.

3 ـ **التنشيط بالتوازي**: يتم تنشيط الأنزيم الأول لتعاقب استقلابي مؤد الى مستقلبة أساسية، بفضل مستقلبة مخلقة تتكون من جراء تعاقب مستقل ومتواز. ونمط الضبط هذا يسهم في تصحيح متبادل لتركيز المستقلبات المنتمية الى نوع واحد، والموجهة للجمع في إحدى فئات الجزيئات الضخمة.

4 ـ **التنشيط بواسطة الطليع**: ينشط الانزيم جسم هو الطليع عن مادته الأساسية المباشرة. يخضع هذا النمط من الضبط عموماً الطلب «للعرض». وهناك حالة خاصة متكررة لهذا النمط الضبطي، تكمن في تنشيط الأنزيم بفضل المادة الأساسية نفسها والتي تقوم، في آن معاً، بدورها «الكلاسيكي» وبدور المنشط المتحوز بالنسبة للأنزيم.

ومن النادر أن يخضع أي أنزيم متحوز لأحد انماط الضبط هذه فقط. فالأنزيمات، بصورة عامة، تخضع في آن معاً لعدة منشطات متحوزة، متناحرة أو متعاونة. والحالة الأكثر تكراراً هنا هي حالة الضبط الثلاثية، التي تتضمن المراحل التالية:

1 ـ التنشيط بالمادة الأساسية (النسق 4).
2 ـ التثبيط بواسطة الناتج النهائي للتعاقب (النسق 1).
3 ـ تنشيط بالتوازي بواسطة مستقلبة عائدة كيميائياً الى نفس نوع الناتج النهائي (النمط 3).

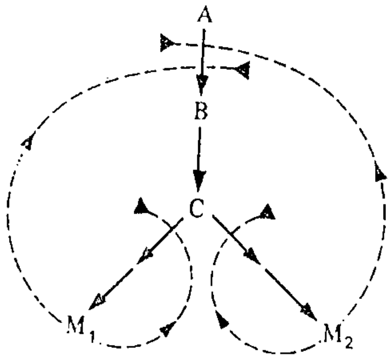
(*) المستقلبة هي كل جسم ينتج عن الاستقلاب. و«المستقلبات الأساسية» هي الأجسام ذات الضرورة الكلية لنمو الخلايا وتكاثرها.

إن الأنزيم يتعرف إذاً على المنشّطات الثلاثة معاً و «يقيس» تركيزها النسبي، ويمثل نشاطه في كل لحظة إجمال هذه المعلومات الثلاث.

ولكي نوضح الرهافة المفرطة لهذه الأنظمة، سنورد على سبيل المثال أنماط الضبط العائدة الى المسالك الاستقلابية الموصولة وهي عديدة (شكل 3).

الشكل 3

الضبط المتحوز للمسالك الاستقلابية الموصولة (راجع الرموز في الشكل 2).



في حالات كهذه وبصورة عامة، لا يتم ضبط التفاعلات الأولية، الموجودة على مفرق الاستقلاب، بفضل تثبيط ارتجاعي وحسب، بل يكون التفاعل الأولي للفرع المشترك محكوماً بالمستقلبتين النهائيتين معاً(*) (أو بمستقلبات عديدة). ويتم تجنب خطر توقف تخليق إحدى المستقلبتين بسبب ارتفاع تركيز الأخرى، بطريقتين مختلفتين:

1 ـ إما برصد انزيمين متحوزين متمايزين في هذا التفاعل الوحيد بحيث يتم تثبيط كل منهما، دون الآخر، بواسطة احدى المستقلبتين.
2 ـ وإما بواسطة أنزيم واحد يتم تثبيطه، «توافقياً» بالمستقلبتين معاً لا بواحدة منهما.

ويجب التأكيد على أن المنشطات التي تضبط نشاط انزيم متحوز (باستثناء المادة

(*) E.R. Stadtman, **advances in Enzymology,** 28, 41 - 159 (1966).
G.N. Cohen, **Current Topics in Cellular Regulation,** 1, 183-231 (1969).

الأساسية)، لا تشارك أبداً في التفاعل نفسه. فهي لا تكوِّن معه سوى مركب لا تشاركي قابل للانعكاس كلياً وفورياً، مما يؤدي الى إعادة تحريرها دون أي تغيير. ويكون استهلاك الطاقة معدوماً عملياً، خلال التفاعل الضابط: بحيث لا يمثل إلا جزءاً جدّ يسير من الكمون الكيميائي الضمن خلوي للمنشطات. وعلى العكس من ذلك، فانه يمكن لتفاعل تنشيطي، متحكَّم به من قبل هذه التفاعلات الضعيفة، أن يؤدي الى نقل طاقة كبيرة نسبياً. ويمكن تشبيه هذه الأنظمة بتلك التي تستعمل في دارات الكترونية للتشغيل الذاتي، حيث إن استهلاك طاقة ضئيلة من قبل مرحّل يمكن أن يطلق عملية هائلة، كإشعال النار في صاروخ استراتيجي مثلاً.

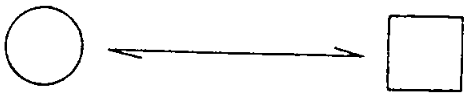
وكما يخضع مرحل الكتروني في آن معاً لعدة كمونات كهربائية، يخضع الأنزيم المتحوز، لعدة كمونات كيميائية. إلا أن التشابه يمكن أن يذهب الى أبعد من ذلك. فكما هو معروف، ثمة فائدة في أن تكون استجابة مرحّل الكتروني لا خطية بالنسبة لتغيرات الكمون الذي يتحكم به، وبهذا يمكن الحصول على مفاعيل حدية (عتبة) تؤمن ضبطاً أكثر دقة. ولا يختلف الأمر عن ذلك بالنسبة لأكثر الأنزيمات المتحوزة. والرسم البياني الذي يمثل تغيّراً في نشاط أنزيم هذا النمط بالارتباط مع تركيز أحد المنشطات (بما فيها المادة الأساسية نفسها) هو دائماً سيني الشكل تقريباً. وبعبارة أخرى فإن مفعول الربيط(*) يزداد في المرحلة الأولى بأسرع من ارتفاع تركيزه.. هذه الميزة تبدو هامة بقدر ما هي مميزة للانزيمات المتحوزة. أما بالنسبة للانزيمات العادية (الكلاسيكية) فان ازدياد المفعول يكون دائماً أبطأ من التركيز.

ولست أدري تماماً ما هو الحد الأدنى لوزن مرحّل الكتروني يتمتع بالميزات نفسها التي لأنزيم متحوز عادي (بقياس واجمال ثلاثة أو أربعة كمونات، تتحكّم باستجابة ذات مفعول حدّي). لنقل إنه في منزلة 10^{-2} غرام. إن وزن جزيء أنزيم متحوز قادر على القيام بالأنجازات نفسها هي في منزلة 10^{-17} غرام، أي ما يعادل مليون مليار مرة أقل من وزن المرحل الالكتروني. هذا الرقم الهائل يعطي فكرة عن القدرة السيبرنيتية (أي القدرة المآلية) التي تمتلكها خلية فيها المئات أو حتى الآلاف من هذه الكائنات المجهرية التي يتجاوز ذكاؤها ذكاء عفريت ماكسويل ـ زيلار ـ بريّوان.

(*) «الربيط» جسم يتميز بميله الى الارتباط بآخر، وهو يقابل مصطلح «Ligand» المستعمل من قبل المؤلف.

إوالية التفاعلات المتحوّزة

والسؤال الذي يطرح هو: كيف تتم هذه الانجازات المعقدة بفضل هذا المرحّل الجزيئي الذي يكوِّنه بروتين متحوز؟ من المسلم به حالياً، وذلك بالرجوع الى عدد من الحقائق الاختبارية، أن التفاعلات المتحوزة تعود الى انتقال خفي للبنية الجزيئية للبروتين نفسه. وسنرى، في الفصل القادم، أن البيئة المعقدة والمتماسكة للبروتين الكروي تكون ثابتة بفضل العديد من الترابطات اللاتشاركية التي تتعاون جميعها على (صيانة) البنية. من هنا ندرك سبب تأرجح بعض البروتينات بين حالتين بنيويتين (أو أكثر) تماماً كما يمكن لبعض الأجسام أن تتواجد في حالات تأصلية مختلفة. ويرمز غالباً الى الحالتين المذكورتين والى «الانتقال المتحوز» الذي يجعل الجزء يتردد بين الحالتين، بالشكل التالي:



من المسلم به، (والخاضع للبرهان في الحالات الملائمة). أنه بسبب البنيتين الحيِّزيَّتين المختلفتين، تغيِّر ميزات التعرف الحيزي الخاصية العائدة الى البروتين من جراء الانتقال المشار اليه. ففي الحالة (R) مثلا يستطيع البروتين أن يرتبط بالمركب α دون المركب β ولكنه يتعرف على هذا الأخير (دون المركب α) في الحالة T. فوجود أحد المركبين من شأنه اذاً أن يثبت إحدى الحالتين على حساب الأخرى، كما أن المركبين α و β يصبحان متضادين بسبب كون ارتباط كل منهما بالبروتين مانعاً لارتباط الآخر. لنفترض الآن أن مركباً ثالثاً γ (قد يكون المادة الأساسية نفسها) يقتصر ارتباطه على الشكل R في نطاق من الجزيء غير النطاق الذي يرتبط به المركب α. في هذه الحالة يسهم المركبان α و γ معاً في تثبيت البروتين في حالته الفعالة أو الناشطة (تلك التي تتعرف على المادة الأساسية). وبعبارة أخرى يعمل المركبان α والمادة الأساسية γ منشطين، بينما يعمل المركب β مثبطاً. إن نشاط مجموعة من الجزيئات يكون متناسباً مع عدد تلك التي تكون بينها في حالة R والتي تتعلق بدورها بالتركيز النسبي لكل من الأجسام الربيطة الثلاثة، وبقدر التوازن الداخلي بين الحالتين R و T. وهكذا يبقى التفاعل التحفيزي خاضعاً لقيمة الكمونات الكيميائية الثلاثة.

وينبغي هنا الإلحاح على الفكرة الأهم التي تنطوي عليها الترسيمة السابقة: إن تفاعلات الأجسام الربيطة الثلاثة المتعاونة منها والمتناحرة هي غير مباشرة تماماً. فليس ثمة أي تفاعل بين الربيطات نفسها ولكن بين البروتين وكل واحد منها على حدة بشكل حصري. ولنا عودة الى هذا المفهوم الأساسي الذي يصعب بدونه فهم منشأ الأنظمة السيبرنيتية عند الكائنات الحية(*).

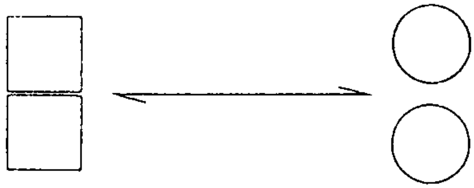
إنطلاقاً من هذه الترسيمة عن التفاعلات غير المباشرة، يمكن ايجاد تفسير للاتقان الدقيق الذي تمثله الاجابة «اللاّخطية» للبروتين على تغيرات التركيز للمفاعيل العائدة إليه. ان البروتينات المتحوزة المعروفة هي متماثرات قليلة الحدود oligoméres مكوّنة من الترابط اللاتشاركي لعدد صغير من وحدات فرعية متماثلة كيميائياً تدعى بروتوميرات protomères (2 أو 4 في الغالب، 6 أو 8 أو 12 في حالات نادرة). كل بروتومير منها يحمل مستقبلاً من الأجسام الربيطة التي يتعرف عليها البروتين. وبفعل ترابط كل بروتومير بآخر (أو مع عدة بروتوميرات أخرى)، تكون البنية الحيزية لكل منها «مثبطة» جزئياً من مجاوريها. غير أن النظرية، المؤيِّدة بتجارب علماء البلورات تدل على أن البروتينات الأوليغوميرية تميل الى اتخاذ بنى تكون معها كل البروتوميرات متعادلة هندسياً، والضغوط التي تخضع لها تكون موزعة بالتماثل بين البروتوميرات كلها.

لنأخذ مثلاً أشد الحالات بساطة وهي حالة المتثاني dimère. لنتأمل ما ينتج عن انقسامه الى أُحاديّي حد monomère. إن كسر الترابط في هذه الحالة سيسمح لكل من الجزيئين المستقلين، أي البروتوميرين، أن يتخذ حالة «متراخية» مختلفة بنيوياً عن تلك التي كان عليها في حالة الارتباط.

ونعبر عن ذلك بقولنا إن التغيير في حالة كل من البروتوميرين «متوافق». إن هذا بالضبط هو ما يفسر لا خطية الاستجابة، ذلك أن تثبيت حالة التفكك R عند أحد المونوميرين بفضل جزيء الربيط يمنع عودة الآخر الى حالة الارتباط، والعكس صحيح. فالتوازن بين الحالتين هو إذاً دالة تربيعية لتركيز الأجسام الربيطة أي دالة أس أربعة بالنسبة لرباعيّ حدّ وهكذا(**).

(*) J. Monod, J. - P. Changeux, et F. Jacob, **Journal of Molecular Biology,** 6,P. 306-329 (1963).

(**) J. Monod, J. Wyman et J. - p. Changeux, **Journal of Molecular Biology,** 12,P. 88-118. (1965).



ولقد قصدت معالجة أشد النماذج بساطة، أي تلك التي تحققها في الـواقع بعض الأنظمة التي يمكن اعتبارها «بدائية». أما في الأنظمة الواقعية، فإن التفكك نادراً ما يكون تاماً. لأن البروتومر يبقى مرتبطاً في الحالتين ولو جاء ارتباطه أكثر «ارتخاء» في واحدة منهما.

والواقع أن تغييرات عديدة يمكن أن تطرأ على هذه المسـألة الأساسية، غـير أن الجـوهري هنـا هو إظهـار أن الإواليات الجـزيئية البسيطـة للغايـة تسمح بتفسـير الخصائص «التكاملية» للبروتينات المتحوزة.

إن الأنـزيمات المتحـوزة التي أتينا عـلى ذكرهـا تكون في آن معـاً وحدة وظيفيـة كيميائية وعنصراً وسيطاً لتفاعلات تنظيمية. كمـا تسمح خصـائصها بفهم كيف يتم الحفاظ على الحالة المتجانسة السكون للاستقـلاب الخلوي بـأقصى درجات الفعـالية والترابط.

تنظيم عملية تخليق الأنزيمات

ونعني «بـالاستقلاب» في الـدرجة الأولى، تحـولات الجزيئـات الصغـيرة وتعبئـة الكمون الكيميائي. غير إن الكيمياء الخلوية تحوي مستوى آخر من التخليق: تكون الجزيئات الكبيرة من أحماض نووية وبروتينات (وبخاصة الأنـزيمات نفسهـا). ومن المسلم به منذ أمد بعيد أن هناك أنظمة ضـابطة خـاصة تعمـل على هـذا المستوى، والبحث في هـذا المجال أشعـد صعوبـة من البحث في مجال الأنـزيمـات المتحـوزة. والواقع أنه حتى الآن لم يجر تحليل شبه كامل سوى لنظام واحد من هذه الأنظمـة سنأخذه على سبيل المثال.

هـذا النظام (المعـروف «بنظام الـلاكتون») يضبط تكـوين ثلاثـة بروتينـات عنـد الجرثومة Escherichia Coli. أحد هذه البروتينات (الغالاكتوزيد ـ بـيرمياز) يسمـح

للغالاكتوزيدات(*) بالدخول الى الخلايا والتجمع فيها، لأن جدران الخلايا لا تسمح لهذه السكريات باختراقها في حال غياب البروتين. ويقوم بروتين آخر بحلمهة β - غالاكتوزيدات (راجع الفصل الثالث). أما البروتين الثالث فوظيفته غير محددة بالضبط، وقد تكون ثانوية، بعكس الأخرى الضرورية للاستعمال الاستقلابي للاكتوز (وغيره من الغالاكتوزيدات) من قبل الجراثيم.

عندما تنمو الجراثيم في وسط خال من الغالاكتوزيدات، تتكون البروتينات الثلاثة بمعدل بالغ الضآلة (جزيء واحد لكل خمسة أجيال). غير أنه، بعد اضافة الغالاكتوزيد (الذي يطلق عليه في هذه الحالة اسم «المحرِّض») إلى الوسط، يرتفع معدل تكون البروتينات المشار اليها حوالي ألف مرة خلال دقيقتين فقط، ويبقى عند هذا الحد طالما بقي المحرض في الوسط، ليعود ويهبط الى مستواه الأولي في ظرف دقيقتين أو ثلاث بعد سحب المحرّض.

إن نتائج هذه الظاهرة التي تبدو صفتها المآلية(**) على نحو رائع وشبه إعجازي، موجزة في الشكل 4. ولن نناقش الجزء الأيمن من الرسم الذي يمثل عمليات تكوين الحمض الريبي النووي الرسول Messager ARN و«ترجمتها» الى تعاقبات ببتيدية متعددة. لنتذكر فقط أن معدل تكون الرسول (الذي لا يتجاوز بقاؤه بضع دقائق فقط) هو الذي يحدد معدل تكون البروتينات الثلاثة المشار اليها.

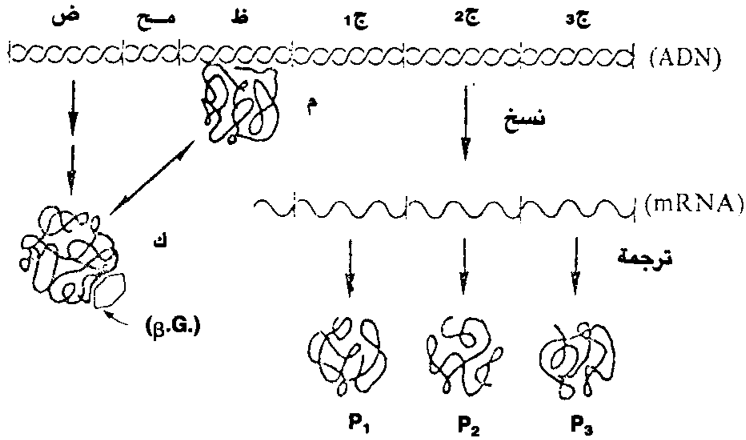
أما مكونات هذا النظام الضابط فتشتمل على ما يلي:

- المورثة «الضابطة» (ض).
- البروتين - الكابح (ك).
- الجزء «المنظِّم» (ظ) من الحمض الريبي النووي منقوص الاكسجين ADN.
- الجزء «المحفِّز» من الـ ADN.
- جزيء الغالاكتوزيد (β غ) المحرض.

(*) راجع الفصل 3، ص 63

(**) ان الباحث الفنلندي كارستتروم الذي قام في الثلاثينات بمحاولات قيّمة في دراسة هذه الظاهرات، عاد وترك البحث العلمي ليصبح كاهنا على ما يظهر.

الشكل 4:
ضبط تكون أنزيمات نظام اللاكتوز



ك: البروتين ـ الكابح في حالة ارتباط مع الغالاكتوزيد المحرض (الشكل مسدس).
م: البروتين ـ الكابح في حالة ارتباط مع الجزء المنظِّم (ظ) من ADN.
ض: المورثة الضابطة، المتحكمة بتكون الكابح.
مح: الجزء المحفز، نقطة انطلاق تخليق الـ ARN الرسول.
ج1 ج2 ج3: مورثات بنيوية متحكمة بتكوين البروتينات الثلاثة من النظام، والمشار اليها ب ب1 ب2 ب3.

أ ـ تقوم المورثة الضابطة بتوجيه تخليق البروتين ـ الكابح بمعدل منخفض وثابت.

ب ـ يتعرف الكابح على الجزء المنظِّم ويرتبط معه مكوناً معقداً شديد الاستقرار (يقابله ΔF يعادل 15 كيلو حُريرة).

ج ـ في هذه المرحلة يكون تخليق الرسول (الذي يستوجب تدخل الانزيم «ARN ـ آزالتماثر») متوقفاً، والسبب المحتمل لذلك هو مجرد عائق حيِّزي، والجزء المحفز هو حتماً نقطة انطلاق هذا التخليق.

د ـ يتعرف الكابح على β غالاكتوزيدات، غير أنه لا يرتبط بها ارتباطاً وثيقاً إلا وهو طليق، وبالتالي فان وجود β غالاكتوزيدات يؤدي الى تحلل المعقد المنظِّم ـ الكابح، وبالتالي الى تخليق الرسول أي الى تخليق البروتينات(*).

(*) F. Jacob et J. Monod, **Journal of Molecular Biology,** 8, P. 318-358 (1961).

انظر ايضا:

«The lactose Operon» Cold Spring Harbor Monograph(1970), J.R. Beckwith et David Zipwer Ed.

وتجدر الاشارة الى أن تفاعلي الكابح هما لا تشاركيان وعكوسان، وأن المحرض لا يصيبه أي تغيير نتيجة ارتباطه بالكابح.

وهكذا فان منطق هذا النظام يبدو غاية في البساطة: الكابح يعطل عملية النسخ، والمحرض بدوره يعطل الكابح. من هذا النفي المزدوج ينتج مفعول ايجابي، أي «إثبات». وتجدر الملاحظة بأن منطق النفي للنفي هنا ليس جَدَلياً: فهو لا يؤدي الى عرض جديد، بل الى اعادة العرض الأصلي المسجل في بنية الـ ADN مع الكود الوراثي. إن منطق الأنظمة البيولوجية الضابطة لا يخضع لمنطق هيغل، بل لجبر «بول» تماماً كمنطق الآلات الحاسبة.

وكما أصبح معروفاً الآن، يوجد عند الجراثيم عدد كبير من الأنظمة المماثلة، غير أن واحداً منها لم «يفكك» تماماً حتى الآن. ومع ذلك فمنطق بعض هذه الانظمة يبدو أشد تعقيداً من منطق «نظام اللاكتوز»، إذ إنها لا تشتمل حصراً على تفاعلات سلبية. غير أن المفاهيم الدالة التي يمكن أن نستخلصها من تحليل هذا النظام يمكن أن تنطبق أيضاً على بقية الأنظمة. وهذه المفاهيم هي:

أ) أن الكابح المجرد من كل نشاط، ليس سوى وسيط (محوال) للإشارات الكيميائية.

ب) أن تأثير الغالاكتوزيد على تخليق الأنزيم هو تأثير غير مباشر، ويعود حصراً إلى خصائص التعرف على الكابح من جهة ولكونه قادراً على التأرجح بين حالتين قاصرتين عليه من جهة أخرى. الأمر يتعلق إذاً بتفاعل متحوز، كما سبق وأوردنا أعلاه.

ج) ليس هناك أية علاقة ضرورية كيميائياً بين كون β ـ غالاكتوزيداز يتواسط حلمهة الـ β ـ غالاكتوزيدات وبين واقع أن هذه المركبات نفسها تحرِّض على تخليقه البيولوجي. وإذا كانت هذه العلاقة مفيدة أو «منطقية» وظيفياً، فإنها «كيفية» كيميائياً. هذه العلاقة توصف «بالمجانية».

مفهوم المجانية

إن هذا المفهوم الأساسي للمجانية، أي للاستقلال الكيميائي بين الوظيفة نفسها وطبيعة الاشارات الكيميائية التي تخضع لها، ينطبق على الأنزيمات المتحوّزة. في هذه الحالة، يقوم جزيء واحد من البروتين، وفي آن معاً، بوظيفتي التواسط المميز والتنظيم. غير أن التفاعلات المتحوزة هي تفاعلات غير مباشرة وتعود حصراً الى

خصائص البروتين المتغيرة في التعرف الحيزّي الخاصية، وذلك بفضل مقدرته على التأرجح بين حالتين أو عدة حالات. وليس ثمة أية علاقة بنيوية أو تفاعلية، حتمية كيميائياً بين مادة أنزيم متحوِّز والمواد الربيطة التي تنشطه أو تكبح فاعليته. إن خاصية التفاعلات هي ظاهرة مستقلة عن بنية المواد الربيطة. انها تعود بكاملها الى بنية البروتين في مختلف الحالات المتاحة له والتي تمليها بحرية بنية مورّثة.

ينتج عن ذلك، وهنا النقطة الرئيسة، أنه في عملية التنظيم التي يقوم بها بروتين متحوِّز كل شيء قابل للحدوث. فالبروتين المتحوِّز ينبغي أن يعتبر ناتجاً متخصصاً بالـ«هندسة» الجزيئية، يسمح بحدوث تفاعل، سلبي أو إيجابي، بين أجسام تنقصها الألفة الكيميائية وبالتالي فإنه يُخضع أي تفاعل الى تدخل مركبات غريبة وحيادية كيميائياً بالنسبة لهذا التفاعل. إن المبدأ الاجرائي للتفاعلات المتحوزة يبيح اذاً حرية تامة في «اختيار» الضوابط التي، بقدر ما تستطيع تفادي الضغوط الكيميائية، تكون خاضعة لضغوط فيزيولوجية. وبفضل هذه الأخيرة يصار لاختيار التفاعلات باتجاه المزيد من الترابط والفعالية التي تعطيها للخلية أو للعضوية. إنها، في النهاية، مجانية هذه الأنظمة التي، بإتاحتها للتطور الجزيئي مجال استكشاف وتجربة يكاد يكون لا متناهياً، قد حققت بناء هذه الشبكة من الارتباطات السيبرنيتية التي تجعل من عضوية ما وحدة وظيفية مستقلة، تبدو إنجازاتها وكأنها تتجاوز قوانين الكيمياء أو تفلت منها.

والواقع ان هذه الانجازات تبدو، عند تحليلها على الصعيد الجزيئي، خاضعة تماماً للتفسير بلغة تفاعلات كيميائية خاصة، محققة انتقائياً، تمَّ اختيارها وتنظيمها بفضل بروتينات منظمة. ان المنشأ الأخير للاستقلالية أو بالأحرى لتقرير المصير الذاتي الذي يميز الكائنات الحية في انجازاتها، يكمن في بنية جزيئات هذه البروتينات.

إن الأنظمة التي قمنا بدراستها هي من الانظمة التي تنسق نشاط الخلية وتجعل منها وحدة وظيفية. في الكائنات متعددة الخلايا تقوم أجهزة مختصة بتأمين التنسيق بين الخلايا أو الأنسجة أو الأعضاء. والأمر لا يتعلق بالجهاز العصبي أو بجهاز الغدد الصماء وحسب، بل وبالتفاعلات المباشرة بين الخلايا أيضاً. ولن أعرض هنا لتحليل طريقة عمل هذه الأجهزة التي ما تزال خارجة عن نطاق الوصف الجزيئي بشكل شبه كامل. غير أنه من المسلم به حالياً أن التفاعلات الجزيئية التي تؤمن انتقال وترجمة الاشارات الكيميائية في هذه الأجهزة، عائدة الى بروتينات تتمتع

بميزة التعرف ذات الخاصّية الحيِّزية المتغيرة، التي ينطبق عليها مبدأ المجانية الكيميائي كما أبرزته دراسة التفاعلات الحيزية.

الكلّية والاختزالية

ولعله من المجدي في ختام هذا الفصل، أن نعود الى النزاع القديم بين «الاختزاليين» و«العضوانيين» organiciste. فمن المعروف ان بعض مدارس الفكر (المتأثرة بهيغل عن وعي أو عن لبس)، تنكر قيمة التناول التحليلي عندما يعود الأمر لأنظمة معقدة كالكائنات الحية. وفقاً لمنطق هذه المدارس («العضوانية» أو «الكلية»)(*) يبقى الموقف التحليلي، الذي يوصف «بالاختزالي» عقيماً لأنه يرجع كل خصائص تنظيم شديد التعقيد الى مجرد «مجموع» خصائص أجزائه. إن هذا النزاع السقيم والمتسم بشدة الغباء يشهد للكليين Holistes بجهل مطبق للمنهجية العلمية وللدور الرئيسي الذي يلعبه التحليل فيها. إذ هل يمكن ان نتصور للحظة مثلاً ان مهندساً مريخياً يريد تفهم طريقة عمل آلة حاسبة أرضية، يستطيع الوصول الى نتيجة ما إذا رفع من حيث المبدأ أن يحلل المكونات الالكترونية الأساسية التي تقوم بعمليات الجبر الافتراضي إذا كان ثمة حقل في البيولوجيا الجزيئية يبرز أكثر من غيره عقم فرضيات العضوانيين بالمقارنة مع قوة المنهج التحليلي، فهو بالضبط دراسة هذه السيبرنيتية المجهرية التي قمنا بالقاء نظرة سريعة عليها خلال هذا الفصل.

إن تحليل التفاعلات المتحوزة يدل أولاً على ان الانجازات المآلية ليست وقفاً على الانظمة المعقدة ذات المكونات المتعددة، إذ إن جزيئاً واحداً من البروتين قادر، كما رأينا، لا على التنشيط الاختياري لتفاعل وحسب، بل وعلى تنظيم نشاطه أيضاً بما يرتبط مع العديد من المعلومات الكيميائية.

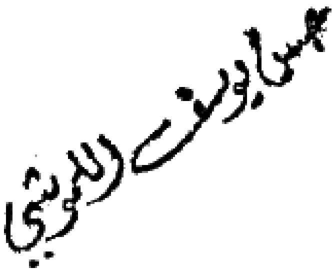
الى ذلك، رأينا، بفضل مفهوم المجانية، كيف ولِمَ يتم انتقائياً اختيار هذه التفاعلات الجزيئية المنظمة وغير الخاضعة للضغوط الكيميائية، وذلك حصراً بسبب اسهامها في ترابط النظام.

وأخيراً أبرزت لنا دراسة هذه الأنظمة الجزيئية أن الشبكة السيبرنيتية عند الاحياء تتجاوز كثيراً بتعقيدها وغناها وقدرتها ما قد تتكشف عنه دراسة الانجازات

(*) انظر:
Beyond Reductionism, Koestler et Smythies, Ed. Hutchinson, Londres, 1969.

الاجمالية للأجسام الحية ومع أن هـذه التحليلات لا تـزال بعيدة عن اعطـاء وصف تام للنظام السيبرنيتي عند الخلية الأكثر بساطة، فانها مع ذلك تكشف لنا أن جميع الأنشطة التي تسهم في نمو هذه الخلية وتكاثرها يخضع كل واحد منها للآخر بشكل مباشر أو غير مباشر.

على أسس كهذه، لا على «نظرية عامة للأنظمة»(*) غامضة، يصبح في متنـاولنا أن نفهم بأي معنى حقيقي يستعلي الجسم الحي القوانين الفيزيائية مع مراعاتها، وذلك لكي لا يكون أي شيء آخر سوى متابعة لمشروعه الخاص واستكمالاً له.



(*) Von Bertalanfy, in Koestler, loc. cit.

الفصل الخامس

النشوء الجزيئي

ان الكائنات الحيَّة ببنيتها العيانية ووظائفها، كما رأينا، تماثل الآلات تماماً، إلَّا أنها تختلف عنها جذرياً بطريقة بنائها. فالآلة، أو أي جسم آخر مصطنع، تدين ببنيتها العيانية الى فعل قوى خارجية، أو الى أدوات تعمل في مادة ما لتعطيها شكلاً معيناً. إن ازميل النحّات هو الذي أطلق من الرخام شكل أفروديت، غير أن الآلهة نفسها قد ولدت من زبد الأمواج (التي لقحها عضو أورانوس) حيث تفتح جسدها من نفسه وبنفسه.

في هذا الفصل سأحاول أن أبرهن على أن سيرورة النشوء الشكلي التلقائي والمستقل، ترتكز في أخر المطاف على ميزة التعرف الحيّزيةِ النوعيّة العائدة الى البروتينات، وعلى أنها (هذه السيرورة) ذات طابع مجهري قبل أن تظهر في بنى عيانية. وفي النتيجة، سنحاول أن نبحث في البنى الأوّلية للبروتينات عن «سر» هذه الخصائص الإدراكية التي تجعل منها «عفاريت ماكسويل»، المحرِّكة والبانية للأنظمة الحيّة.

وتجدر الاشارة هنا الى أن المشاكل التي نعرض لها الآن، مشاكل آلية النمو، لا تزال حتى الآن تطرح في البيولوجيا ألغازاً عميقة. ذلك أنه على الرغم من أن علم الأجنَّة قد نجح في إعطاء أوصاف باهرة للنمو، فاننا لا نزال غير قادرين على تحليل النشوء الجزيئي للبنى العيانية بلغة التفاعلات المجهرية. وعلى العكس من ذلك فان بناء بعض الأنظمة الجزيئية بات الآن معروفاً بشكل مقبول، وما أودّ أن أبرهن عليه هنا هو أن الأمر يتعلق بسيرورة حقيقية «للنشوء الجزيئي» ontogénèse، تكشف الماهية الفيزيائية لهذه الظاهرة.

ولقد سبق أن ذكرت بأن البروتينات الكروية هي على شكل تجمّع، يحتـوي على وحـدات متماثلة كيميائياً، ونطلق على هذه البروتينات اسم «أوليغوميرات». إن عدد الوحدات المكوّنـة صغير بصورة عامة. تكـون هذه (البـروتومـيرات) في هذه الأوليغـوميرات متـرابطة حصـراً بروابط لا تشاركية. بالاضافة الى ذلك فان انتظام البروتوميرات داخل الجزيء الاوليغوميري يجعل كل منها متكافئاً هندسياً مع كل بروتومير آخر. وبالتالي قابلاً لأن يحل مكـانه بفضـل عملية تماثل (في الواقع عملية دوران).

ويمكن أن نبرهن بسهولـة على أن الأوليغـوميرات المكـوَّنة بهـذه الطريقـة تملك عنـاصر التناظر العائدة الى احدى المجموعات **النقطية** للدوران.

هذه الجزيئات تكوِّن إذاً بلّورات مجهرية حقيقية، ولكنها تنتمي الى فئة خاصة سأدعوها فئـة «البلورات المُغْلَقـة» ذلك أنهـا، على عكس البلـورات الحقيقية (المكـوّنـة حسب إحـدى المجموعات الفراغية)، لا يمكنها أن تزداد حجماً دون أن تحصل على عناصر تناظر جـديدة، وأن تضيِّع (بصورة عامة) بعض ما كانت تملك منها.

الارتباط التلقائي للوحدات في البروتينات الأوليغوميرية

وأخيراً سبق أن رأينا أن بعض الخصائص الوظيفية لهذه البروتينات مرتبطة، في آن معاً، بحالتهـا الأوليغومـيرية أو ببنيتهـا المتناظـرة، مما يجعـل نشوء هـذا البناء المجهري يطرح مسألة ذات مدلول بيولوجي، بـالاضافـة الى كونهـا مثيرة لـلاهتمام فيزيائياً.

ولما كانت البروتوميرات في جزيء أوليغوميري تـرتبط بعضها ببعض بتـرابطات لا تشاركية، فانه من الممكن غالباً، بفضل معالجة معتدلة لا توجب تدخل درجات حرارة مرتفعة أو عوامل كيميائية شديدة، أن تتفكك إلى وحدات مونوميريَّة. في هذه الحالـة يفقد البروتين كل خصائصه الوظيفية، التحفيـزية منهـا والضابطـة. غير أنـه، وهنا النقطـة الهامـة، عند عـودة الشروط البيئية «الطبيعيـة» (وذلك بـاستبعـاد العـامـل المفكـك)، يعود التجمـع الاوليغومـيري الى التشكل تلقـائياً مـع عودة كـاملة للحـالة «الطبيعية»: عدد البروتومـيرات نفسه، التنـاظر نفسـه مع عـودة كاملـة للخصائص الوظيفية. (وذلك باستبعاد العامل المفكك)، يعود التجمع الأوليغـوميري الى التشكـل تلقائياً مع عودة كاملة للحالة «الطبيعية»: عدد البروتوميرات نفسه، التناظر نفسه مع عودة كاملة للخصائص الوظيفية.

بالإضافة إلى ذلك فإن إعادة ترابط الوحـدات المنتمية إلى نـوع بروتيني معـيّن لا

تتم في محلول يحتوي على البروتين نفسه وحسب، بل وفي مزيج معقّد أيضاً يحتوي على المئات بل وعلى الألوف من البروتينات الأخرى، وفي هذا دليل على وجود سيرورة تعرّف ذات خاصّية قصوى، عائدة دون شك إلى تشكل معقدات حيِّزية لا تشاركية تربط البروتوميرات بعضها ببعض. سيرورة كهذه يمكن اعتبارها فوق نشوئية(*)، لأنه انطلاقاً من محلول ذي جزيئات مونوميرية مجردة من كل تناظر، تظهر جزيئات أضخم، ذات درجة تنظيمية أرفع. وتتمتع، من جراء ذلك، بخصائص وظيفية كانت غير موجودة.

الفكرة الأساسية فيما يهمنا هنا، هي في ميزة التلقائية لسيرورة النشوء الفوقي الجزيئي، تلقائية تبدو حسب اتجاهين:

— إن الكمون الكيميائي الضروري لتكوين الأوليغوميرات يعتبر موجوداً ضمن المحلول المحتوي على المونوميرات، وليس ثمة أية ضرورة لحقنه داخل النظام.

— إن هذه السيرورة، التلقائية ترمو دينامياً هي أيضاً تلقائية حركياً، إذ لا ضرورة لأي وسيط لتنشيطها، وهذا عائد حتماً إلى كون الترابطات القائمة لا تشاركية. ولقد سبق أن أشرنا إلى الأهمية القصوى من أن تكوّن هذا النمط من الترابط، كتفككه، لا يدخل في الحسبان سوى طاقات تنشيط ضئيلة، تقرب من الصفر.

البناء التلقائي للجزيئات المعقّدة

ظاهرة كهذه تشبه شبهاً تاماً ظاهرة تشكل بلورات جزيئية انطلاقاً من محلول يحتوي على الجزيئات المكوِّنة. هنا أيضاً يوجد تشكل تلقائي لتنظيم ناتج عن تماسك جزيئات تنتمي إلى عنصر كيميائي واحد. وبقدر ما نرى في الحالتين تشكل بنى منظمة حسب قواعد هندسية بسيطة ومتكررة، بقدر ما تكون المقارنة بينهما من البداهة. غير أنه قد تمّ حديثاً إثبات أن بعض العضيّات الخلوية، وهي ذات بنية

(*) من المعروف أن ظهور بنى وخصائص جديدة خلال النمو الجنيني قد وصفت غالباً بسيرورة «النشوء الفوقي» Processus épigénétique) كشهادة على الأغناء التدريجي للجسم الحي انطلاقاً من المعطيات الوراثية المحضة المتمثلة بالبويضة الأولية. هذه الصفة تستعمل غالباً استناداً إلى نظريات تجاوزها العلم، كانت تقابل بين مدرسة التكوّن المسبق (التي تقول بأن البويضة تحتوي على صورة مصغرة للحيوان الكامل) وبين مدرسة النشوء الفوقي (التي تقول بإغناء حقيقي للمعلومات الأولية). وأورد هنا هذه العبارة لكي أصف، دون الرجوع إلى أية نظرية، كل سيرورة نمو بنيوي وظيفي.

أشدّ تعقيداً، تتكوّن أيضاً نتيجة تجمعات تلقائية، ذلك مثلاً حال الأجسام الريبيّة، وهي عناصر أساسية لآلية ترجمة الكود الوراثي، أي لتكوّن البروتينات. هذه الجسيمات التي يصل وزنها الجزيئي إلى 10^6، تتكوّن من تجمع حوالي خمسين بروتيناً ومن ثلاثة نماذج مختلفة من الأحماض النووية. ومع أن تنظيم هذه المكوّنات داخل الأجسام الريبيّة ليس معروفاً، فمن المسلّم به أنه دقيق للغاية، وأن التنشيط الوظيفي للجسم الريبي يتعلق بهذا التنظيم. ولقد أثبتت التجارب المخبرية أنه انطلاقاً من المكوّنات المفككة للأجسام الريبيّة تتكوّن تلقائياً جسيمات لها التركيب الكيميائي نفسه والوزن الجزيئي نفسه، كما تملك النشاط الوظيفي نفسه الذي للمواد «الطبيعية» الأولية(*).

ومما لا شك فيه أن أكثر الأمثلة المعروفة اثارة، عن البناء التلقائي والتنظيم الجزيئي المعقد، هو مثال بعض ملتهمات الجراثيم(**). فالبنية المعقدة والدقيقة لملتهم الجراثيم المعروف بـ (T_4) تتوافق مع وظيفة هذا الجسيم التي لا تنحصر بحماية المجموع المورثيّ، (أي الـ .A.D.N) العائد إلى الفيروس، بل وتشمل أيضاً عملية التثبت على جدار الخلية ـ العائل، توطئة لحقن محتواه من الـ .A.D.N فيها. وبالإمكان الحصول على مختلف أجزاء هذه الماكينة المجهرية البالغة الدقة، كل على حدة، انطلاقاً من عدة طوافر لهذا الفيروس. فإذا مزجت هذه الأجزاء معاً في الصماء، تجمعت تلقائياً لتكوّن جسيمات مماثلة للجسيمات الطبيعية وقادرة تماماً على القيام بوظيفة محقن لـ .A.D.N(***). كل هذه المعلومات هي حديثة نسبياً، ومن المنتظر حصول تقدم هام في هذا المضمار من البحث يصل بنا إلى المقدرة على أن نعيد في المختبر تركيب جسيمات خلوية معقدة أكثر فأكثر، كالميتوكندريات والأغشية مثلاً. إلّا أن الحالات التي مرّ ذكرها هنا تعتبر مع ذلك كافية لتوضيح سيرورة تكوّن بنى معقدة تتعلق بها خصائص وظيفية، وذلك بتجمع تلقائي، حيّزي النوعية لمكوّناتها البروتينية. ثمّة «ظهور» لتنظيم وتمايز بنيوي واكتساب لوظائف، إنطلاقاً من مزيج غير منظّم لجزيئات مجردة افرادياً من كل فعالية ومن كل خاصية وظيفية ذاتية غير خاصية التعرّف على الشركاء الذين ستكون معهم البنية. وإذا كنّا لا نستطيع الكلام عن التبلّور في حالتي الأجسام الريبية وملتهمات الجراثيم لكون هذه

(*) M. Nomura, « Ribosomes », **Scientific American,** 221,28 (1969).

(**) ملتهمات الجراثيم هي الفيروسات التي تفتك بالجراثيم.

(***) R.S. Edgar et W.B. Wood «Morphogenesis of bacteriophage T_4 in extracts of mutant infected cells». **Proceedings of the National Academy of Science,** 55, 498 (1966).

الجسيمات تتمتع بدرجة من التعقيد (أي التنظيم) أرفع بكثير من التي تميز بلّورة، فإن التفاعلات الكيميائية الداخلة في الاعتبار هي، في نهاية الأمر، من طبيعة التفاعلات التي تؤدي إلى بناء بلّور جزيئي. وكما في البلّور، فإن البنية نفسها للجزيئات المجتمعة هي الت تكوّن مصدر «المعلومات» الضرورية لبناء المجموع. إن جوهر هذه السيرورات فوق النشوئية يكمن في أن التنظيم العام لبناء معقد متعدد الجزيئات، موجود بالقوة في بنية مكوناته؛ إلّا أنه لا يَبْرُز أو يصبح فعليّاً إلّا بتجمع هذه المكوِّنات.

هذا التحليل، كما نرى ينزل بالنزاع القديم بين مدرسة «التكوّن المسبق» ومدرسة «النشوء الفوقي» الى مستوى الجدل الكلامي الخالي من أية فائدة، فالبنية الجاهزة لم يسبق لها، على نحو ما هي عليه، أن وجدت قبلاً. إن تصميم البنية كان موجوداً في مكوّناتها بالذات، مما يجعلها تتحقق تلقائياً وبشكل مستقل دون تدخل خارجي ودون «حقن» معلومات جديدة. المعلومات، كانت في المكوِّنات، ولكنها لم تكن ظاهرة، فإن البناء فوق النشوئي لبنية ما ليس خلقاً، بل إظهاراً.

* * *

النشوء الشكلي المجهري والنشوء الشكلي العياني

ان كون هذا التصوّر، المرتكز مباشرة على دراسة تشكل الأنظمة المجهرية، قادراً على تفسير عملية النشوء الفوقي للبنى العيانية، (من أنسجة وأعضاء وأغشية الخ...)، فهذا مما لا يشك فيه علماء البيولوجيا الحديثة على الأطلاق، مع اعترافهم بأن في الأمر تقديراً استقرائياً تنقصه الأدلة المباشرة. والواقع ان هذه المشاكل تطرح الآن على صعيد مختلف تماماً، لا من حيث القياس وحسب، بل ومن حيث التعقيد أيضاً، ذلك أن التفاعلات البنّاءة والأكثر أهمية على هذا الصعيد تحصل بين الخلايا لا بين المكوّنات الجزيئية. وقد دلت التجارب على أن خلايا معزولة من نسيج معين، قادرة فعلاً أن يتعرف بعضها على بعض تمايزياً وأن تتجمع. وليس من المعروف حالياً ما هي المكوّنات أو البنى التي تجعل هذه الخلايا تتمكن من أن تكتشف هوية بعضها، الّا أن كل شيء يحمل على الاعتقاد بأن الأمر يتعلق ببنى مميزة للأغشية الخلوية. ولا نعرف ما اذا كانت عناصر التعرف هذه هي بنى جزيئية فردية، أو أنها شبكات سطحية متعددة الجزيئات(*). ومهما يكن من أمر، وحتى لو لم

(*) J. - P. Changeux, in «Symmetry and function in biological systems at the macromolecular level», A. Engström et B. Strandberg Ed., **Nobel symposium** No. 11, p. 235-256 (1969), John Willey and sons Inc., New York.

تكن هـذه الشبكات مكـوّنة حصـراً من البروتينـات، فان بنيتهـا لا بد أن تكـون قد حددت، في نهاية الأمر، من قبل خصائص التعرف العائدة الى مكونـاتها البـروتينية، بالاضافة الى خصائص الانزيمات المسؤولة عن التخليق الحيوي للمكونات الأخـرى للشبكة (متعددات السكريد والشحوم مثلاً).

من الممكن إذاً ألّا تكون الميزات «الإدراكيّة» العائدة إلى الخلايـا مظهراً مبـاشراً للخصائص التمييزية لبعض البروتينات، إلا أنها تظهر هذه الخصـائص بطرق جـدّ ملتوية. عـلى أن بناء نسيـج أو تمايـز عضو، وهي ظـواهر عيـانية، يجب أن تعتبـر كحاصلة متكـاملة لتفـاعلات مجهـرية متعـددة عائـدة الى بروتينـات، ومرتكـزة على خصائصـها في التعرف الحيّزيّ النوعية، وذلك بالتشكل التلقائي لمعقدات لا تشاركية.

غير أنه يجب الاعتـراف بأن هـذا الاخضـاع الى «الميـدان المجهري» لظـاهرات النشوء الشّكلي لا يكوِّن حالياً نظرية حقيقية لهذه الظاهرات. إن الأمر لا يعدو كونـه موقفاً مبدئياً يحدّد التعابير التي يجب أن تصاغ بها هذه النظـرية، حتى يصـار الى اعتبارها حاملة لأكثر من مجرد وصف للظواهر. هذا المبدأ يحـدد الغايـة التي يجب الوصول اليها، ولكنه بالكاد ينير السبيل التي يجب أن تُتَّبـع. لنفكّر فقط في المشكلـة المعقّـدة التي يطرحهـا، على الصعيـد الجزيئي، تفسـير نمو جهـاز معقّد كـالجهـاز العصبي المركزي مثـلاً، حيث تتحقق المليارات من الـروابط الخاصّـة، بعضها عـلى مسافات كبيرة نسبياً.

إن مشكلة التأثيرات والتوجيهـات عن بعد، هي، دون شـك، من أصعب المشاكـل وأكثرها أهمية في علم الأجنّة. وقد أتى علماء الأجنّة بمفهوم «حقل النشوء الشكـلي» أو «التدرّج» في محاولة لتفسير ظاهـرات التجديـد بشكل خـاص. هذا التصـور يبدو لأول وهلة، متجاوزاً كثيراً التفاعلات الحيزيّة النوعية على سلم بضعة انغشترومـات. يبقى أن هذا التصور وحده هو الذي يقدم مفهـوماً فيـزيائيـاً دقيقاً. وليس من غـير المعقول على الاطلاق أن تقوم تفاعلات كهذه، بتعدّدها وترددهـا التدريجي، بخلق أو تحديد بنية ما على السلم المليمتري أو السنتيمتري مثلاً.

هذه هي الأفكار التي توجِّه البحث في علم الأجنّة الحديث. وقد يكون من المحتمل أن مفهـوم التفاعـلات الحيزيّـة النوعيـة السكونيـة غير كـافٍ لتفسير «الحقـل» أو «التدرّجات النشوئية الشكلية»، لذلك كان من الضروري اغناؤها بنظريات حركية قـد تكـون مماثلـة للنظريـات التي تسمح بتفسـير التفاعـلات المتحوِّزة. غـير أنني أبقى مقتنعاً، فيما يخصني، أنها وحدها الخصائص الترابطية الحيزِّية النوعية للبروتينات

تستطيع، في آخر المطاف، أن تكون مفتاح هذه الظاهرات.

* * *

اذا قمنا بتحليل الوظائف الارتباطية أو المنظمة أو النشوئية الفوقية للبروتينات، نرى أنفسنا مسوقين الى الاعتراف بأنها ترتكز كلها وقبل كل شيء، على الميزات الحيّزية النوعيّة الارتباطية لهذه الجزيئات.

وانسجاماً مع المفهوم المطروح في هذا الفصل وفي الفصلين السابقين، فإن كل الانجازات وكل البنى المآلية للكائنات الحيَّة قابلة للتحليل حسب هذه الصيغة، من الناحية المبدئية على الأقل. فإذا كان هذا التصور صحيحاً، وليس هنالك ما يدعو الى الشك في ذلك، يبقى أن يصار الى توضيح طريقة تشكل البنى الحيّزيّة النوعية الارتباطية للبروتينات وآليّة تطورها في محاولة لتفسير مفارقة المآلية. وسوف لن أبحث هنا إلّا في طريقة تشكّل هذه البنى، محتفظاً بالبحث في مسألة تطورها الى الفصول التالية. وآمل أن أظهر أن التحليل المفصّل لهذه البنى الجزيئية التي تحوي اجمالاً «السر» النهائي للمآلية، يقود إلى استنتاجات ذات مدلول عميق.

البنية الأولية والبنية الكروية للبروتينات

يجب التذكير في بادىء الأمر، بأن البنية الفراغية لبروتين كروي (أنظر الملحق ص 167) يحدّدها نمطان من الترابطات الكيميائية:

1 ـ البنية «الأوليّة» التي تتكوّن من تعاقب جذور، خطّي طوبولوجيا من حموض أمينية تجمعها ترابطات تشاركية. هذه الترابطات وحدها هي التي تحدّد البنية الليفية الشديدة المرونة والقادرة نظرياً على اتخاذ عدد من الأشكال لا يكاد يحد.

2 ـ إلّا أن الشكل «الطبيعي» لبروتين كروي يثبته، بالاضافة الى ذلك، عدد كبير من التفاعلات اللاتشاركية التي تربط فيما بينها جذور من الحموض الأمينية الموزعة على طول التعاقب التشاركي الخطي طوبولوجيا. ينتج عن ذلك أن ليفة الببتيد المتعدد تكون منثنية على نفسها، وبطريقة معقدة جداً، على شكل كتلة شبه كروية متراصة. إن هذه الانثناءات المعقدة هي التي تحدد في النهاية البنية الفراغية للجزيء، بما فيها الشكل الدقيق لمناطق الارتباط الحيّزي النوعية التي يمارس الجزيء بها وظيفة الاكتشاف. وهكذا، فان مجموع عدد كبير من التفاعلات اللاتشاركية الضمن جزيئية، أو بالأحرى تآزرها، هو الذي

يثبت البنية الوظيفية، تلك التي تسمح للبروتين بأن يكوِّن انتقائياً، مع جـزيئات أخرى، معقَّدات حيزية النوعية (لا تشاركية بدورها).

وما يهمنا هنا هو عملية النشوء، أو طريقة تكـوّن هذا الشكـل الخاص والـوحيد الذي ترتبط به وظيفة البروتين الادراكيـة. لقد سـاد الظن لفترة طـويلة أنـه، بسبب تعقيـد هذه البنى، وبسبب كـونها مثبتـة بتفـاعـلات لا تشـاركيـة، شـديـدة عـدم الاستقرار، فان عدداً من التكوّنات المختلفة قد يطرأ على ليفة ببتيـد متعدد. غـير أن مجموعة من الملاحظات قد أثبتت في الواقع أن مركباً كيميائيـاً معيناً (تحـدده البنية الأوليّة) لا يوجد في الحالة الطبيعية ضمن الشروط الفيـزيولـوجية، الّا حسب تكـوّن واحد (أو على الأكثر، حسب عدد قليل جداً من الحالات المتميزة، قليلة البعد احداها عن الأخرى كما هو الحال بالنسبة للبروتينات المتحوّزة). هذه التكوّنات محددة بدقة كبيرة كما تـدل على ذلـك صور الانعـراج الواضحـة للأشعـة السينية التي تعطيهـا البلورات البروتينية مما يعني أن وضعيـة الآلاف من الذرات المكـونة لجـزيء واحد ثابتة في حدود بعض الكسور من الانغشتروم تقريباً. ان هذا الثبات في الشكل، وهذه الدقة في البنية، هما الشرطان الرئيسـان لخصوصيـة الارتباط التي تمثـل الخاصـة البيولوجية للبروتينات الكروية.

إن إوالية تشكل هذه البنى باتت الآن معروفة من حيث المبدأ:

1 ـ إن الحتميـة الوراثيـة للبنى البروتينيـة تحدّد حصـراً تعاقب جـذور الحموض الأمينية العائدة الى بروتين معين.

2 ـ إن الليفة الببتيدية المتعددة المكوّنة تنثني عفوياً وبشكـل تلقائي لتتخـذ تكوينـاً شبه كروي، فعّال وظيفياً.

تشكّل البنى الكروية

وهكذا، فبين الألوف من التكوّنات الانثنائية المتاحة مبدئياً لليفة الببتيـد المتعدد، يتم اختيار وتحقيق تكوّن واحد فقط. الأمر يتعلق إذاً بسيرورة فوق نشـوئية حقيقيـة على أكثر المستويات بساطة، أي على مستوى جزيء كبير معزول.

إن عدة آلاف من التكونات متاحة مبدئياً بالنسبة للّيفة المنبسطة. وهي، الى ذلك، عادمة النشاط البيولوجي تماماً وخاصة لجهة مقدرة التعرف الحيِّـزي النوعيـة. أما الشكل المنثني فانه، على العكس من ذلك، لا يتخذ سوى حالـة واحدة ذات مستـوى تنظيمي أرفع، ويكون النشاط الوظيفي مرتبطاً حصراً بهذه الحالة.

إن تفسير هذه الأعجوبة من النشوء الفوقي الجزيئي بسيط نسبياً من حيث المبدأ:

1 ـ في الوسط الفيزيولوجي الطبيعي، أي في الحالة المائيّة، تكون الأشكال البروتينية المنثنية أكثر استقراراً من الأشكال المنبسطة، من الناحية التحريكية الحرارية. وسبب التمتع بهذا الاستقرار مثير للاهتمام، ويجدر بنا أن نحدّده. ان نصف الجذور تقريباً من الحموض الأمينية المكوّنة للتعاقب هي جذور «نافرة من الماء» Hydrophobes، أي أنها تتصرف تماماً كالزيت في الماء: فهي تميل الى أن تتجمع، محررة جزيئات الماء المثبتة بملامستها. من جرّاء ذلك يتخذ البروتين بنية متراصة مثبتاً، بفضل تماس متبادل، الجذور التي تكوِّن الليفة. ينتج عن ذلك زيادة في التنظيم بالنسبة للبروتينات (القصور الحراري السلبي) يوازنها طرد لجزيئات الماء التي، بتحررها، تزيد من عدم التنظيم أي من القصور الحراري للنظام.

2 ـ إن بين مختلف البنى المنثنية الممكنة بالنسبة لتعاقب ببتيدي متعدد معيّن، بنية واحدة فقط (أو عدد قليل منها) تسمح بتحقيق البنية الأكثر تراصاً. هذه البنية تتمتع إذاً بامتياز على حساب البنى الأخرى. لنقل، مع شيء من التبسيط، إن البنية «المختارة» هي التي يقابلها طرد أكبر عدد ممكن من جزيئات الماء. ومن البديهي أن مختلف امكانات تحقيق البنى المتراصة تتعلق بالوضع النسبي لجذور الحموض الأمينية، اي بتعاقبها في الليفة (بدءاً بالجذور النافرة من الماء). ان التكوين الكروي الخاص ببروتين معيّن، والذي يتعلق به نشاطه الوظيفي، يفرضه في الواقع تعاقب الجذور في الليفة. غير أن كمية المعلومات الضرورية لتحديد بنية بروتينية ثلاثية الأبعاد. وهنا النقطة الهامة، وهي أكبر بكثير من كمية المعلومات المحددة بالتعاقب نفسه. فبالنسبة الى ببتيد متعدد مكوّن من مئة حمض أميني مثلاً، تُعادل المعلومات (H) الضرورية لتحديد التعاقب 450 بتة bit(*) تقريباً ($\log_2 20^{100} = H$)، بينما يجب اضافة كمية كبيرة من المعلومات الى هذا العدد لتحديد بنية ثلاثية الأبعاد (بين 1000 و 2000 (بتة) تقريباً).

من الممكن إذاً، أن نرى تناقضاً بين القول بأن المجموع المورثي «يحدّد كلياً

(*) البتة (Bit): وحدة معلومات مقابلة للوغاريتم على أساس 2 (المترجم).

وظيفة بروتين ما، بينما تكون هذه الوظيفة مرتبطة في الواقع بالبنية الثلاثية الأبعاد ذات المحتوى الاعلامي الأكثر غنى من المحتوى الذي تحمله مباشرة لهذه البنية الحتمية الوراثية. والواقع أن بعض نقّاد النظرية البيولوجية الحديثة لم يتوانوا عن اثارة هذا التناقض فلقد رأى «ألزيسر»(Elsässer)، في التطور فوق النشوئي للبنى (العيانية) العائدة الى الكائنات الحية، ظاهرة غير قابلة للتفسير فيزيائياً وذلك بسبب «الإغناء بدون سبب»، الذي يبدو أنها عرضة له.

ويزول هذا الاعتراض عندما يصار الى البحث التفصيلي حول إوالية النشوء الفوقي الجزيئي: فالاغناء بالمعلومات الذي يقابل تكوين البنية الثلاثية الأبعاد يأتي من أن المعلومات الوراثية (الممثلة بالتعاقب) تتكوّن ضمن شروط أولية محدّدة تماماً (الحالة المائية، ضمن حدود معينة وضيقة من الحرارة والتركيب الخ.)، بحيث تكون بنية واحدة فقط، بين كل البنى المكنة، قابلة لأن تتحقق. الشروط الأولية تسهم إذاً في المعلومات التي تحتويها البنية الكروية دون أن تعيّنها بالذات، بل تقوم باستبعاد كل البنى الأخرى المكنة، ومقدمة بذلك أو بالأحرى فارضة تأويلاً ثابتاً لرسالة كانت قبلاً تحمل أكثر من تأويل.

* * *

في عملية بناء بروتين كروي يمكن إذاً أن نرى، في آن معاً، الصورة المجهرية والمصدر لتطور النشوء الفوقي التلقائي للجسم الحي نفسه. تطور يمكن أن نميّز فيه عدة مراحل أو مستويات متتالية:

1 ـ انثناء تعاقبات الببتيدات المتعددة لتحقيق البنى الكروية التي تتمتع بالميزات الحيِّزية النوعية الارتباطية.

2 ـ تفاعلات ترابطية بين البروتينات (أو بين البروتينات ومكوّنات أخرى) لتكوين العُضيّات الخلوية.

3 ـ تفاعلات بين الخلايا لتكوين انسجة وأعضاء.

4 ـ تنسيق وتمايز للأنشطة الكيميائية في كل هذه المراحل، بفضل تفاعلات من النمط المتحوّز.

في كل مرحلة من هذه المراحل تظهر بنى ذات تنظيم أرفع ووظائف جديدة، نتيجة تفاعلات تلقائية بين نواتج المرحلة السابقة، تكشف عن الطاقة الكامنة للمستويات السابقة. تماماً كما في الأسهم النارية المتعددة الطبقات. ان حتمية هذه الظاهرة تجد منشأها في المعلومات الوراثية الممثلة بجملة تعاقبات الببتيدات المتعددة التي ترشح من الشروط الأوليّة.

ان السبب النهائي لكل البنى والانجازات المآلية للكائنات الحية يكمن في تعاقبات الجذور العائدة الى ألياف الببتيدات المتعددة، «أجنة» عفاريت ماكسويل البيولوجية، التي تمثلها البروتينات الكروية. عند هذا المستوى من التنظيم الكيميائي يرقد، بالمعنى الحقيقي للكلمة، سر الحياة اذا كان هناك من سر. وعندما يصل بنا الأمر الى اعلان القوانين التي يخضع لها تجمع هذه التعاقبات، لا الى وضعها وحسب، يمكننا القول بأن السر قد خرق وبأن السبب النهائي قد اكتشف.

السبب النهائي للبُنى المآلية

إن أول تعاقب كامل لبروتين كروي قد جرى وصفه سنة 1952 من قبل سانجر Sanger. ولقد كان ذلك اكتشافاً وخيبة أمل في آن، ذلك أنه لم يظهر في هذا التعاقب، الذي أمكن التحكم في بنيته، وبالتالي بالخصائص الانتقائية لبروتين نشيط وظيفياً (الانسولين)، أي انتظام أو خصوصية أو حتى أي نقص. ومع ذلك فلقد كان من المؤمل أن تظهر بعض قوانين التجمع العامة وبعض الارتباطات الوظيفية بقدر ما تتجمع مستندات كهذه. وقد أصبحنا نعرف اليوم المئات من التعاقبات العائدة الى بروتينات مختلفة مستخرجة من شتى الأجسام الحيّة. من هذه التعاقبات ومن مقارنة بعضها ببعض، بمساعدة الطرق الحديثة في التحليل والحساب، يمكننا اليوم أن نستخلص القانون العام: أنه قانون الصدفة. وبصورة أكثر دقة، ان هذه البنى هي «بالصدفة» بمعنى أنه لو عرفنا ترتيب 199 حمضاً أمينياً من بروتين مكوَّن من 200 حمض أميني، فانه لا توجد على الاطلاق أية قاعدة، نظرية أو تجريبية، نستطيع بفضلها اكتشاف طبيعة الحمض الاميني الوحيد الباقي والذي لم يعين التحليل طبيعته.

والقول بأن تعاقب الحموض الأمينية في الببتيد المتعدد هو «بالصدفة» لا يعني اطلاقاً، ويجب التأكيد على ذلك، اعترافاً بالجهل، بل إنه اثبات للواقع. ذلك أن متوسط التواتر الذي يحدد الحمض الأميني الذي يلي حمضاً أمينياً آخر في الببتيد المتعدد، يساوي **حاصل** متوسط التواترات لكُلٍّ من الحموض الأمينية في عموم البروتينات. ويمكن توضيح ذلك بطريقة أخرى: لنفرض أن بين أيدينا أوراق لعب يحمل كل منها اسم حمض أميني، ثم لنفترض أيضاً أن هناك مجموعة من مئتي ورقة يراعى فيها متوسط النسبة لكل حمض أميني. ان التعاقبات التي نحصل عليها عند خلط الأوراق تتحكم بها الصدفة، ولا شيء يسمح بتمييزها عن التعاقبات الموجودة فعلاً في الببتيدات المتعددة الطبيعية.

ولكن اذا كانت كل بنيـة بروتينيـة أوّلية هي نتـاج اختيار تمّ بـالصدفـة من بين الحموض الأمينية العشرين المتاحة، فانه على العكس من ذلك وبمعنى لا يقـل مغزى عن السابق، يجب الاعتراف بأن التعاقب القائم بالفعـل لم يجر تخليقـه بالصـدفة، ذلك أن هذا التنظيم نفسه يعاد تكـوينه عمليّـاً دون خطأ في كـل جزيئـات البروتـين المأخوذ في الاعتبار. ولو لم يكن الأمر كذلك لما كان بالامكان تحديـد تعاقب مجمـوعة من الجزيئات بالتحليل الكيميائي.

يجب إذاً القبول بأن التعاقب الخاضع للصدفـة، يتكرر في الـواقع آلاف مـلايين المرات في كل عضوية وكل خلية، بفضل إوالية شديدة الدقة، تؤمّن ثبات البنية.

ولقد أصبحنا نعرف الآن، بالإضافة الى مبدأ هذه الإوالية، أكثر مكـوّناتهـا. ولنا الى ذلك عودة في فصل لاحق. وليس من الضروري معرفة تفاصيل هذه الإوالية لنفهم المغزى العميق للرسالة التي تمثلها الجذور في ليفة ببتيدية متعددة، رسالة يبدو انها، بالرغم من كل نقد ممكن، قد خطّت بطريقة خاضعة للصدفة، رسالـة تحمل مـع ذلك معنى خاصاً يظهر في التفاعلات التمييزية والوظيفية المآلية للبنية الكروية التي تمثل الترجمة الثلاثية الأبعاد للتعاقب الخطي.

تأويل الرسالة

إن البروتين الكروي هو، على الصعيد الجـزيئي، آلة حقيقيـة بفضل خصـائصه الـوظيفية لا بفضـل بنيته الأسـاسية، حيث لا يتكشف أي شيء، كمـا رأينا، سـوى عملية التوافق العشوائية. صدفة تلتقطها آلية الثباتية وتحفظها وتعيد بنـاءها بحيث تحولها الى تنظيم وقاعدة وضرورة من عمليـة عشوائيـة بكاملهـا، كل شيء إذاً ممكن الحـدوث. إنّ منشأ الغـلاف الحيوي وتـدرّجه ينعكس في نشـوء بروتـين ذي نشاط وظيفي، والمصدر الأخير «للمشروع» الذي تمثله الكائنات الحيّة وتتابعه وتنجزه يكمن في هذه الرسـالة بـل في هذا النص الـواضح والـدقيق والعويص من حيث الجـوهر، الذي تكوّنه البنية الأساسية. أقول بأنه عويص لأنه قبل أن يظهر وظيفته الضرورية فيزيولوجياً والتي يقوم بها تلقائياً، لا تكشف بنيته سوى عن صـدفة منشئهـا، وهذا هو بالضبط المعنى الأعمق لهذه الرسالة التي تصلنا من أعماق العصور.

الفصل السادس

ثباتية واضطرابات

منذ نشأته في الجزر اليونانيـة، لثلاثـة آلاف سنة خلت، والفكـر الغربي يتنـازعه اتجـاهان متضـادان ظاهـريا. أحـد هذين الاتجـاهين يقـول بأن الحقيقـة الأصيلة والنهائية للكون لا يمكن أن تكون الا في أشكال مستقرة استقرارا كامـلاً وثابتـة من حيث الجوهر. أمـا الأخرى فـإنها، عـلى العكس من ذلك، تقـول بأن حقيقـة (واقع) الكون الوحيدة تكمن في الحركة والتطور.

أفلاطون وهيراقليط

من أفلاطون الى وايتهيد، ومن هيراقليط الى هيغـل وماركس، يبـدو من الأكيد أن هذه الابستيمولوجيات الميتافيزيقية كانت مرتبطة دائما بأفكار أصحابهـا الاخلاقيـة والسيـاسية. هـذه البُنى الايديـولوجيـة المطروحـة قبلياً، لم تكن في الـواقع سـوى تكوينات بعدية مُعدة لتبرير نظرية أخلاقية/سياسية معدة سلفا(*).

إن الحكم القبلي الوحيد بالنسبة للعلم هو مسلّمة الموضوعية التي توفر عليـه، بل تحرم عليه، الدخول في هـذا الجدل. إن العلم يبحث في تطـور الكون والأنظمـة التي يحتوي عليها كالغلاف الحيوي مثلاً، بما فيه الانسـان. ومن الثابت أن كـل ظاهـرة وحدث ومعرفة تنطوي على تفاعلات مولّدة بذاتها لتعديلات في مكونـات النظام. عـلى أن هذه الفكرة ليست مناقضة لفكرة وجود كيانات ثابتة في بنيـة الكون. بـل العكس هو الصحيح. ذلك أن الاستراتيجيـة الاساسيـة للعلم في تحليل الظـاهرات تكمن في

(*) Cf. Popper, **The Open Society and its Enemies,** Routledge, Londres (1945).

اكتشاف الثوابت. فأي قانون في الفيزياء أو تطور في الرياضيات يعيّن علاقة ثباتية ما. إن الافتراضات الأساسية للعلم هي مسلمات البقاء (الحفظ) الكونية. وليس صعبا أن نرى، في أي مثل نختاره، أنه من المستحيل تحليل ظاهرة ما بغير الثوابت المحفوظة بواسطتها. ولعل أوضح الأمثلة على ذلك صياغة قوانين الحركة التي أوجبت اكتشاف المعادلات التفاضلية، أي اكتشاف طريقة لتحديد التغيير بالرجوع الى ما يبقى ثابتا.

ويمكننا طبعا أن نتساءل عما إذا كانت الثوابت والحفظ والتناظرات التي تكوّن لحمة المقال (الخطاب) العلمي ليست في الواقع سوى أوهام تقوم مقام الحقيقة لتعطي عنها صورة عملياتية مفرغة من مادتها من جهة، ولكنها في متناول منطق مرتكز بدوره على مبدأ للهوية بالغ التجريد، أو لعله «اصطلاحي». ومع ذلك فإن الفكر الانساني يبدو غير قابل للاستغناء عن هذا الاصطلاح.

وأورد هنا هذه المشكلة الكلاسيكية لكي أشير الى ان وضعها قد أصابه تغيير عميق من جراء الثورة الكمومية quantique ، ذلك أن مبدأ الهوية غير وارد كمسلّمة فيزيائية في العلم الكلاسيكي. فهو لا يستعمل الا كعملية منطقية دون أن تكون هناك أية ضرورة للافتراض بأنه يقابل حقيقة جوهرية. أما في الفيزياء الحديثة، فالأمر مختلف تماما، لان احدى مسلماتها الاساسية هو التماهي (الهوية) المطلق بين ذرتين في مستوى «كمومي» واحد(*). من هنا أيضا تنبثق قيمة التمثيل المطلق غير القابل للتكامل الممنوحة للتناظرات الذرية والجزيئية في نظرية الكموم. لذلك يبدو أنه لم يعد بالامكان تقليص مبدأ الهوية الى مجرد قاعدة للنهج الفكري، بل علينا أن نقبل تعبيره، في المستوى الكمومي على الأقل، عن حقيقة مادية.

ومهما يكن من أمر فانه يوجد في العلم، وسيبقى فيه، عنصر افلاطوني لا يمكن انتزاعه منه دون تقويض العلم. ذلك أنه في خضم التنوع اللامتناهي للظواهر المفردة لا يسع العلم الا ان يبحث عن الثوابت.

الثوابت التشريحية

ولقد كان هناك طموح «افلاطوني» في البحث المنهجي عن الثوابت التشريحية

(*) V. Weisskopf, in **symmetry and function in biological systems at the macromolecular level,** Engström and Strandberg Ed., Nobel symposium no. 11, p. 28, Wiley and Sons, New York (1969).

التي تفرغ لها كبار علماء الطبيعة في القرن التاسع عشر بعد كوفييه Cuvier (وغوته Gothe)…. لعل علماء البيولوجيا الحديثين قد غمطوا من عبقرية هؤلاء الرجال الذين استطاعوا، رغم التنوع المذهل في أشكال الكائنات الحية وطرق حياتها، أن يتعرفوا، ان لم يكن على «شكل» واحد، فعلى عدد محدود من التصاميم التشريحية، كل منها ثابت داخل المجموعة التي يميزها، ولعل اكتشاف أن عجول البحر هي من الثدييات القريبة من اللواحم الارضية لم يكن مثلاً في صعوبة اكتشاف تصميم اساسي واحد في التركيب التشريحي العائد الى القميصيات والفقاريات لكي يصار الى جمعها معا في شعبة الحبليات. وأكثر من ذلك صعوبة ادراك القرابة بين الحبليات وشوكيات الجلد، اذ لم يعد قابلاً للشك، كما تؤكد الكيمياء الحياتية، بأن قنافذ البحر أقرب الينا بكثير من الانواع العائدة الى بعض المجموعات الاكثر تطوراً، كراسيات الأرجل مثلاً.

بفضل هذه الاعمال الكبيرة والبحث عن التصاميم الاساسية للاجسام الحية، ارتفع صرح علم الحيوان الكلاسيكي وعلم الأحافير Paléontologie، هذا الصرح الذي تستدعي بنيته نظرية التطور وتبررها في آن معاً.

غير أن تعدد النماذج وتنوعها بقي مع ذلك، وكان لا بد من الاعتراف بأن عدداً كبيراً من التصاميم البنيوية العيانية المختلفة جذريا فيما بينها، متعايشة في الغلاف الحيوي. فما هو القاسم المشترك مثلاً بين طحلب أزرق وحيوان نقاعي وأخطبوط وإنسان؟ ان اكتشاف الخلية من جهة والنظرية الخلوية من جهة أخرى قد سمحتا باستشفاف وحدة جديدة تحت هذا التنوع. ومع ذلك، كان لا بد من انتظار تطورات الكيمياء الحياتية خلال الربع الثاني من القرن العشرين بشكل خاص حتى تظهر وبشكل جّلي، الوحدة العميقة والمطلقة، على الصعيد المجهري، للعالم الحي بكامله. فنحن نعرف الآن أن الآلية الكيميائية هي جوهريا نفسها من الجرثومة الى الانسان، في بنيتها وادائها.

الثوابت الكيميائية

1 ـ **بالنسبة لبنيتها**: إن الكائنات الحيّة، دون استثناء، تتكون من الفئتين الاساسيتين نفسيهما ومن الجزيئات الكبيرة: البروتينات والحموض النووية. أضف الى ذلك أن هذه الجزيئات الكبيرة مكونة، لدى هذه الكائنات كلها، من جماع عدد محدود من الجذور نفسها: عشرين حمضا أمينيا للبروتينات وأربعة نماذج من النويدات nucléotides للحموض النووية.

2 ـ **بـالنسبة لأدائهـا**: ان التفاعـلات نفسها، أو بـالأحرى تعـاقبات التفـاعـلات، تستخدم لدى الأجسام الحيّة من اجل العمليات الكيميـائية الأسـاسية: تعبئـة الكمون الكيميائي ووضعه في الاحتياط، والتخليق البيولوجي للمكونات الخلوية.

طبعاً، حول هذا الموضوع الأساسي للاستقلاب، تصادف تنوعات عدة تتطابق مع تكيفات وظيفية متنوعة. وغالبا ما تقوم هذه التنوعات في استعمال جـديد للتعـاقبات الاستقلابية الأساسية المستعملة أصلاً لوظائف أخـرى. فمثلاً يـأخذ إفـراز الآزوت أشكالاً مختلفة عند الطيور من جهة، وعند الثـدييات من جهـة ثانيـة. فالطيـور تفرز حمض البوليك والثدييات تفرز البولة. والواقع أن طريق تخليق حمض البـوليك عنـد الطيور ليس سوى تعديل بسيط لتعاقب التفاعلات الذي يؤدي، عند كل الأحيـاء الى تخليق النويدات البورينية (وهي مكونات أساسية للحموض النووية). كما أن تخليق البولة عند الثدييات يتم بفضل تعديل لطريق استقلابي أسـاسي هو الآخـر: الطريق المؤدي الى تخليق الارجينين، وهو حمض أميني موجود في كل البروتينات. وبالإمكان الاكثار من الأمثلة بسهولة.

لقد كان من نصيب جيل البيولوجيين الذي أنتمي اليه الايحاء بشبه الهـوية التي اضيفت على الكيمياء الخلوية في الغلاف الحيوي بـأكمله. فمنـذ عام 1950 تـأكدت الفكرة تماماً، وكل نشرة علمية كانت تحمل معها مـزيداً من التـأكيد عـلى ذلك ممـا داعب آمال أكثر «الافلاطونيين» اقتناعاً.

غير أنه، من جهة أخرى، بدأ هذا الكشف التـدريجي «للشكل» الكـوني للكيمياء الخلوية وكأنه يزيد مشكلـة الثباتيـة التناسليـة حدة وغـرابة. فـاذا كانت المكـونات متماثلة كيميائيا ومخلّقة حسب الطرق نفسها عند الكائنات الحيّة كلها، فـأين يكمن مصدر تنوعها المورفولوجي والفيزيولوجي؟ بل وأكثر من ذلك، كيف يحافظ كل نـوع، عبر الأجيال، على ثباتية النموذج البنيوي الذي يميزه عن كل ما سواه، وهو يستعمل المواد نفسها والتحولات الكيميائية ذاتها التي تستعملها بقية الأنواع؟

إن مفتـاح هذه المسـألة مـوجود الآن بـين أيدينـا. فالمكـونـات الأسـاسيـة، أي النويدات من جهة، والحموض الأمينية من جهة أخـرى، هي النظير المنطقي لألفبـاء كتبت بها البنية، أو بالأحرى الوظائف الارتباطية (الجمعية) الخاصـة بالبـروتينات. وبفضل هذه الألفباء يمكن كتابة كل تنوع البنى والانجازات الموجودة ضمن الغلاف الحيوي. الى ذلك فـإن إعادة انتـاج النص المكتوب عـلى شكل تعـاقب النويـدات في ADN بالنسبة لكل جيل خلوي هي التي تؤمن ثباتية النوع.

الـ ADN كثابت أساسي

إن الثابت البيولوجي الأساسي هـو الـ ADN. ولهذا فـان تعريف منـدل للمورثـة كحامل ثـابت للسِّمات الـوراثية، وتحـديدهـا كيميائيـاً من قبل ايفـري (والمؤكد من هيرشي)، وتوضيح القواعد البنيوية لثباتيتها التناسخية من قبل واطسون وكريك، كل ذلـك يشكل دون شـك الاكتشاف الأسـاسي من بين كـل الاكتشـافـات التي تمت في البيولوجيا. اضف اليها نظرية التطور الانتقائي (الاصطفائي) التي لم تكن لتجد كل مدلولها وتأكيدها الا بفضل هذه الاكتشافات.

أما عن بنية الـ ADN وكيف تفسر هـذه البنية مقـدرته عـلى املاء نسخـة دقيقة لتعاقب النويدات التي بدورها تحدد مورثة ما، وعن الآليّات الكيميـائية التي تتـرجم تعاقب نويـدات لجزء من الـ ADN، الى تعـاقب حموض أمينيـة، كل هـذه الوقـائع والافكار قد سبق أن عرضت لغير الاختصاصيين بسخـاء واتقان، ولن نـذكرهـا هنا بالتفصيل(*).

إن الترسيمة أدناه التي ترمز فقط الى ماهيّـة سيرورتيْ النسـخ والترجمـة، تكفي أساساً للمناقشة الحالية.

ADN	تعاقبان مزدوجان متماثلان (نسخ)
ADN	تعاقب مزدوج من النويدات المكملة (ترجمة)
ببتيد متعدد	تعاقب خطي لجذور الحموض الأمينية (تعبير)
بروتين كروي	انثناء التعاقب الخطي للحموض الأمينية

إن أول ما يجب ان نبيّنه هنا هو أن «سر» عملية النسخ الثابتة للـ ADN يكمن في التكامل الكيميائي ـ المجسَّم للمركَّب اللاتشاركي الذي تكونه الليفتان المشتركتان في الجزيء. وهكذا نرى أن المبدأ الأساسي للحيّزية النوعية الارتباطية (الحمضي) الذي يوضح الخصائص التمييزية للبروتينـات هو أيضـاً في أساس الخصـائص النسخية للـ ADN. غير أن البنية الطوبولوجية للمـركب في الـ ADN هي أبسط بكثير منهـا في بنية المرْكبات البروتينية، وهذا ما يسمح لآلية النسخ بأن تعمل. والـواقع أن البنيـة الكيميـائية المجسـامية لاحـدى الليفتين هي بكـاملها محـددة بتعاقب الجـذور التي تكوّنها، وذلك لأن كل واحـد من الجذور الأربعـة غير قـابل لـلاقتران فـرديا (بسبب التقييدات الحيزيّة) إلا مع واحد فقط من الثلاثة الآخرين. ينتج عن ذلك ما يلي:

(*) انظر الملحق، ص 170

1 ـ إن البنية الحيزيَّة للمركب يمكن ان تمثل في بعدين. أحـد هذين البعـدين، وهو ناجز، يحتوي عند كل نقطة عـلى زوج من النويـدات التبادليـة التكامـل، بينما يحتوي الآخر على تعاقب لا متناه بالقوة من هذه الأزواج من النويدات.

2 ـ إذا اعتبـرنا ان احـدى الليفتين هي معطـاة، فان التعـاقب التكـامـلي يمكن ان يتشكل تدريجاً باضافات متتالية للنويدات، بحيث يتم اختيار كل منهـا من قبل الشريك المفروض حيزيا. وهكذا تملي كل ليفة بنية الليفة المكملة فيتشكل المركب بكامله.

إن البنية الاجمالية لجزيء الـ ADN هي الأكثر سهولـة والأكثر احتمـالاً من أية بنية يمكن أن يتخذها جزيء كبير مكون من تماثر خطي لجذور متشابهـة: بنية ليفـة حلزونية، تحددها عمليتا تناظر هما النقـل والدوران. يمكننـا اذاً اعتبار هـذه البنية كبلّور ليفي بسبب انتظام البنية العام، غير أنه إذا أخذنا في الاعتبـار البنية الـدقيقة لـوجب القـول بـأن الأمـر يتعلق ببلـور لاذوريّ Cristal apériodique لأن تعـاقب الأزواج القاعدية فيه ليس تـردادياً (تكـرارياً). ومن المهم الاشـارة الى أن التعاقب «حر» تماماً، بمعنى أن أي تقييد لا يمارس عليه من قبل البنية العـامة التي يمكنهـا أن تتلاءم مع كل التعاقبات الممكنة.

ان تشكل هذه البنية، كما رأينا، هو شديد الشبه من تشكل البنية البلوريـة. كل عنصر تعاقب في احدى الليفتين يقوم بدور جرثومة بلورية تختـار وتوجـه الجزيئـات التي، بدورها، ترتبط فيها تلقائياً، مؤمنة بذلك نمو البنيـة البلوريـة. وإذا ما تفككت مخبرياً ليفتان تكامليتان، فانهما تعودان تلقائياً الى تكوين المركب المميز بحيث تختار كل منهما، دون أي خطأ تقريباً، شريكتها من بين الألوف أو المـلايين من التعـاقبات الاخرى.

إلا أن نمو كل ليفة يفرض تشكل ترابطات تشاركية تجمع تعاقبياً النويدات فيمـا بينهـا. إن تشكل هـذه الترابطـات لا يمكن أن يتم تلقائيـاً، بل لا بـد له من محفّـزٍ ومصـدر كمون كيميـائي. إن مصدر الكمـون يتمثل ببعض التـرابطات المـوجودة في النويدات نفسها والتي تتفكك خلال عملية التكثف التي يحفّـزها أنـزيم الـ ADN ـ بوليميراز. إن هذا الأنزيم «حيادي» بالنسبة للتعاقب المعيّن من قبل الليفة الموجـودة مسبقاً. وقد ثبت أن تكثيف نويدات آحادية، منشط بفضل محفزات غير أنزيمية، هو فعلاً موجه بفضل اقترابها من نويد متعدد موجـود سلفاً(*). غـير أنه من المؤكـد أن

(*) L. Orgel, **Journal of molecular biology,** 38, p. 381-393 (1968).

الأنزيم، وان كان لا يعين التعاقب، إلا أنه يسهم في ضبط النسخة التكاملية بدقة، أو بعبارة أخرى في دقة نقل المعلومات. دقة قصوى كما تدل التجربة، إلا أنها لا يمكن أن تكون مطلقة باعتبار أن الأمر يتعلق بسيرورة مجهرية. وسيكون لنا عودة الى هذه الفكرة الرئيسة.

ترجمة الكود الوراثي

إن إوالية ترجمة تعاقب النويدات الى تعاقب حموض أمينية هو أشد تعقيداً، من حيث مبدئه، من إوالية النسخ. ذلك أن هذا الأخير يمكن تفسيره كما رأينا، بتفاعلات حيِّزية نوعية مباشرة بين تعاقب نويدي متعدد، يقوم بدور القالب، وبين النويدات التي ترتبط به. وفي عملية الترجمة أيضاً، تقوم تفاعلات لا تشاركية حيِّزية نوعية بتأمين نقل المعلومات. غير أن هذه التفاعلات الموجهة تشمل عدة مراحل متتالية تدخل في الحساب عدة مكونات يتعرف كل منها، حصراً، على شريكه الوظيفي المباشر. إن المكونات التي تتدخل في بداية حلقة نقل المعلومات تجهل تماماً «ما يجري» على الطرف الآخر، بحيث إنه إذا كان الكود الوراثي مكتوباً بلغة كيميائية مجسَّمة، كل حرف منها عبارة عن تعاقب من ثلاث نويدات (ثلاثية triplet) في الـ ADN معينة أحد الحموض الامينية (بين عشرين منها) في الببتيد المتعدد، فإنه لا توجد أية علاقة مباشرة بين الثلاثية المكودة والحمض الاميني المكود.

ان ذلك يقودنا الى نتيجة هامة جداً وهي أن هذا الكود، وهو الكوني في الغلاف الحيوي، يبدو تعسفياً من الوجهة الكيميائية، بمعنى أن نقل المعلومات يمكن أن يحدث تماماً حسب لغة اصطلاحية أخرى(*). فمن المعروف ان بعض الطفرات، باتلافها بنية بعض مكونات إوالية الترجمة، تعدل تبعاً لذلك تأويل بعض الثلاثيات وتتسبب بالتالي (مع مراعاة اللغة السائدة) بأخطاء شديدة الضرر بالجهاز العضوي.

إن الجانب الآلي بل و«التكنولوجي» لسيرورة الترجمة يسترعي الانتباه تماماً. فالتفاعلات المتتالية لمختلف المركبات التي تتدخل في كل مرحلة حتى تؤدي الى ببتيد متعدد عن طريق التجميع، فضلة بعد فضلة، على سطح أحد المكونات الخلوية (الجسم الريبي) التي يمكن تشبيهها بآلة تقوم بدفع قطعة قيد الانجاز فرضة بعد فرضة. كل ذلك يدفع بقوة الى التفكير بسلسلة انتاج في مصنع آلي.

وبالاجمال، فان هذه الآلية الدقيقة المجهرية تضفي على سيرورة الترجمة أمانة

(*) سنعود الى هذه النقطة بالذات في الفصل الثامن.

بالغة لدى الجهاز العضوي العادي. طبعاً هناك بعض الأخطاء التي تقع، ولكنها من القلة بحيث لا يوجد أي أحصاء حول متوسط تواترها العادي. ولما كان الكود لا يحمل أي التباس (فيما يخص ترجمة الـ A D N الى بروتينات)، فإن تعاقب النويدات في جزء من الـ A D N يحدد كلياً تعاقب الحموض الأمينية في الببتيد المتعدد المقابل. وبما أن تعاقب الببتيد المتعدد، من جهة ثانية، وكما سبق أن رأينا (الفصل 5)، يعين كلياً (ضمن شروط أولية عادية) البنية المنثنية التي يتخذها مباشرة بعد تكوّنه، فان «التأويل» البنيوي، وبالتالي الوظيفي، للمعلومات الوراثية هو شديد الدقة. إن أي اسهام اعلامي اضافي (غير وراثي) ليس ضرورياً ولا حتى ممكناً كما يبدو، فالإوالية كما نعرفها، لا تترك أي مجال لذلك. وبقدر ما نعتبر بنى الأجهزة العضوية وانجازاتها محصّلة بنى ونشاط البروتينات المكوّنة العضوية، بقدر ما يجب اعتبار الجهاز العضوي بكامله التعبير فوق النشوئي النهائي للرسالة الوراثية نفسها.

لا عكوسية الترجمة

واخيراً يجب أن نضيف الى ما سبق نقطة ذات أهمية قصوى وهي أن إوالية الترجمة غير عكوسة اطلاقاً، فليس من الملاحظ أو حتى من المقبول على الاطلاق أن تنقل «التعليمات» في اتجاه عكسي أي من البروتين الى الـ ADN. إن هذه الفكرة ترتكز الآن على مجموعة من الملاحظات الكاملة والأكيدة، كما أن نتائجها، في نظرية التطور خاصة، من الأهمية بحيث يجب اعتبارها كأحد المبادىء الأساسية للبيولوجيا الحديثة(*). يستنتج من ذلك أنه لا توجد إوالية ممكنة يمكن من خلالها تعديل بنية وانجازات بروتين ما ونقل التعديلات الحاصلة ولو جزئياً الى الجيل اللاحق، إلا إذا كان ذلك نتيجة خلل أو تبدل يصيب التعليمات الممثلة بجزء من تعاقب الـ A D N. وعلى العكس من ذلك فانه لا توجد أية إوالية معقولة يتم بها نقل أية تعليمات أو معلومات الى الـ A D N.

(*) ان بعض نقاد الطبعة الأولى لهذا المؤلف (بياجيه مثلاً) كانوا قد أبدوا ارتياحاً كبيراً لكونهم استطاعوا تسجيل بعض النتائج الحديثة بدا لهم أنها تحمل دحضاً تجريبياً (اختبارياً) لهذه الفكرة. والأمر يتعلق باكتشاف كل من «تيمان» Temin و«بلتيمور» Baltimore لانزيمات لها خاصية نسخ الـ ARN إلى ADN، اي في الاتجاه المعاكس لعملية النسخ الكلاسيكية. إن هذه الملاحظات الرائعة لا تخرق أبداً المبدأ الذي يقول بأن ترجمة المعلومات التعاقبية من الـ ADN (أو ARN) إلى البروتين هي غير عكوسة. ان صاحبي هذا الاكتشاف، وهما من البيولوجيين الجزيئيين المتميزين، لم يستنتجوا من اعمالهما ما يبدو أن بياجيه قد استخلصه.

إن النظام بكامله اذاً محافظ كلياً وبقوة، وهو مغلق على نفسه وغير قابل اطلاقاً لأن يتقبل أي تلقين من الخارج. وكما نرى فان هذا النظام، بفضل خصائصه ودقة ادائه المجهري الذي يقيم بين الـ A D N والبروتين كما بين الجهاز العضوي والوسط، علاقات في اتجاه واحد، ويتحدى كل وصف «جدلي» انه «ديكارتي بعمق وليس هيغلي»: فالخلية هي بالضبط آلة.

وقد يبدو أن هذا النظام، بفضل بنيته نفسها، يقاوم كل تغيير وكل تطور. وليس من شك في أن الأمر ليس كذلك، أن لدينا هنا التفسير(*) لواقع هو في الحقيقة أشد مفارقة من التطور نفسه، وهو الاستقرار الخارق لبعض الأنواع التي بقيت تتوالد منذ مئات الملايين من السنين دون أن تصيبها تغييرات واضحة.

إن الفيزياء تدلّنا على أنه (بخلاف نقطة الصفر المطلق، وهو الحد المتعذر بلوغه)، لا يوجد أي كيان مجهري يمكن أن يبقى دون اضطرابات perturbations ذات طبيعة كمومية، بحيث يؤدي تراكم هذه الاضطرابات، تدريجاً، انما بشكل حتمي، ضمن نظام عياني، الى تغيير بنيته.

والكائنات الحية، برغم الاتقان الحافظ للآليّات التي تؤمن دقة الترجمة لا تفلت من هذا القانون. فالشيخوخة والموت في الأجسام العضوية المتعددة الخلايا يمكن تفسيرهما، جزئياً على الأقل، بتراكم الأخطاء الطارئة للترجمة التي، باتلافها بعض المكونات المسؤولة عن دقة الترجمة نفسها، ترفع من تواتر هذه الأخطاء التي تتلف، شيئاً فشيئاً وبحتمية بنى هذه الأجسام(**).

الاضطرابات المجهرية

إن إوالية النسخ بدورها لا تستطيع الافلات من كل اضطراب الا اذا خرقت قوانين الفيزياء. بعض هذه الاضطرابات على الأقل يسبب تغييرات غير ظاهرة لبعض العناصر التعاقبية، وبفضل الدقة العمياء للإوالية، يعاد تسجيل هذه الأخطاء آلياً. كما وتترجم بدقة مماثلة الى تشويه في تعاقب الحموض الأمينية داخل الببتيد المتعدد المطابق لجزء الـ A D N الذي حدثت فيه (الطفرة). غير أن المدلول «الوظيفي» لهذه الطفرة لا يظهر الا عندما ينثني هذا الببتيد المتعدد على نفسه.

إن بعض الأبحاث الحديثة في البيولوجيا، المتّسمة بمنهجية رائعة وبمدلول عميق،

(*) تفسير جزئي، راجع ص 121

(**) Orgel, L. E. **proceedings of the National Academy of Science,** 49, P. 517 (1963).

تكوّن ما ندعوه بعلم الوراثة الجزيئي (بنزر، يانوفسكي، برينرو كريك). لقد سمحت هذه الأبحاث بصورة خاصة، بتحليل مختلف نماذج التلف alterations الطارئة غير الظاهرة التي تصيب تعاقب نويدات متعددة في الليفة المزدوجة للـ A D N، وبذلك أمكن تحديد عدة نماذج من الطفرات عائدة الى:

1 ـ استبدال زوج من النويدات بآخر.
2 ـ اضافة زوج أو عدة أزواج من النويدات.
3 ـ نماذج مختلفة من «الأخطاء» التي تخل بالنص الوراثي بطريقة التعاكس والتكرار والانتقال والتحام أجزاء من التعاقب طويلة نوعاً(*).

نقول بأن هذه التشويهات (الاتلاف) طارئة وبأنها تتم صدفة. وبما أنها تكون المصدر الوحيد الممكن للتعديلات التي تطرأ على النص الوراثي، المؤتمن الوحيد بدوره على البنى الوراثية للجهاز العضوي، ينتج عن ذلك حكماً أن الصدفة هي وحدها مصدر كل جدة وكل خلق في الغلاف الحيوي. إن الصدفة المحضة، والصدفة وحدها، هذه الحرية المطلقة والعمياء، هي في أساس الصرح الخارق للتطور. هذه الفكرة المركزية للبيولوجيا الحديثة لم تعد اليوم مجرد فرضية بين أخريات ممكنة أو على الأقل معقولة. انها وحدها المعقولة كفرضية تنسجم دون الأخريات مع معطيات الملاحظة والتجربة. ولا شيء يسمح بافتراض (أو بأمل) أن يعاد النظر بمفاهيمنا في هذا المضمار.

هذا المفهوم هو أيضاً، من بين كل المفاهيم العائدة الى كل أنواع المعرفة، أكثرها تحطيماً للمركزية البشرية ورفضاً بديهياً من قبل كائنات شديدة المآلية مثلنا . انها الفكرة أو بالأحرى الشبح الذي يجب على كل الايديولوجيات الحيوية والاحيائية طرده. ولذلك كان من الأهمية بمكان أن يصار الى تحديد المعنى الصحيح الذي يمكن بل ويجب أن تحمله كلمة صدفة عندما يتعلق الأمر بالطفرات كمصدر للتطور. إن محتوى مفهوم الصدفة ليس بسيطاً، والكلمة نفسها تستعمل في حالات مختلفة. والأفضل أن نأخذ بعض الأمثلة.

اللّايقين الإجرائي واللايقين الجوهري

إن كلمة الصدفة تستعمل في لعبة النرد أو الروليت، ويستعمل في هذا الصدد حساب الاحتمالات ليصار الى التكهن بنتيجة اللعبة. غير أن هذه الألعاب الميكانيكية

(*) انظر الملحق، ص 172

المحضة والعيانية ليست مَن الصدفـة في شيء الا بسبب عدم التحكم عمليـاً، وبدقـة كافية، بعملية الزهر أو الكرة. ومن الـواضح أن آليـة قذف ذات دقـة كافيـة تسمح باستبعاد تقلبات النتائج. لنقل إن تقلب النتائج في لعبـة الروليت هـو محض اجرائي وليس جوهرياً. والأمر كذلك أيضاً بالنسبة لنظرية تتعلق بظاهرات عدة حيث يصـار لاستعمال مفهوم الصدفة وحساب الاحتمالات لأسباب محض منهجية.

غير أن فكرة الصدفة تتخذ في مجالات أخرى، معنى جوهرياً وليس فقط اجرائياً. تلك هي حالة ما يمكن أن نطلق عليه اسم «التزامنات المطلقة» أي الحالة التي تنتـج عن تقاطع سلسلتين سببيتين مستقلتين عن بعضهما استقـلالاً تامـاً. لنفترض مثـلاً أن الطبيب دوبون Dupont قد استدعي على عجـل لزيـارة أحد المـرضى، بينما كـان المرصِّص (السمكري) دوبوا Dubois يعمل على اصلاح غَمَـا (سقف) مبنى مجاور. وفي اللحظة التي يمر الطبيب بـأسفل المبنى. تقـع سهواً من يـد المرصص المطـرقة التي يتقاطع خط سيرها (الحتمي) مـع خط سير الطبيب الـذي يموت بسبب كسر في الجمجمـة. نعبر عن ذلـك بقولنـا إن الحظ لم يحالف الطبيب. أيّ تعبـير آخر يمكن استعمـاله في حـالة كهـذه غير متـوقعة بطبيعتهـا؟ إن الصدفـة هنا يجب اعتبـارها جوهرية، ملازمة للاستقـلالية الكـاملة لمجمـوعتي الحوادث اللتـين سبب التقاؤهمـا الحادث.

إن ثمة استقلالية تامة بين الحوادث التي تسبب أو تسمح بحدوث خطأفي نسـخ الرسالة الوراثية وبين نتائجها الـوظيفية. والمفعـول الوظيفي يتعلق ببنيـة البروتـين، وبدوره الحالي، بالتفاعلات التي يؤمنها، وبالتفاعلات الكيميائية التي يحفّزها، كل ما ليس له علاقة بالحدث الطفري نفسه وبأسبابه المبـاشرة أو غير المبـاشرة، مهما تكن هذه «الأسباب» حتمية كانت أم غير حتمية.

وأخيراً، على الصعيد المجهري، يوجد مصدر جوهري لللايقـين، متجذر في البنيـة الكمومية للمادة نفسها. والـواقع أن الطفـرة هي بحد ذاتهـا حدث مجهـري كمومي ينطبق عليه مبدأ اللايقين. فهو، إذاً، جوهـريّاً حـدث غير متـوقع بسبب من طبيعتـه نفسها.

وكما نعلم، فإن عدداً من كبار الفيـزيائيـين لم يقبل بمبـدأ اللايقـين، ابتداء من أينشتاين الذي قال بأنه لا يستطيع القبـول بأن «اللـه يلعب بالنـرد». كما أن بعض المدارس لم تر فيه سوى مجرد مفهوم إجرائي لا جوهـري. إلّا أن كل الجهـود التي بذلت لاستبدال النظرية الكمومية ببنية أكثر «دقـة» تختفي منها فكـرة اللايقـين قد بـاءت بالفشـل، ويبدو أن قلـة من الفيزيـائيين تعتقـد بأن هـذا المبدأ سيختفي من ميدانها العلمي.

ومهما يكن من أمر فانه، حتى لـو استغني عن مبدأ الـلايقين يـوماً، فلن يصيب ذلـك شيئاً. حقيقـة ان بين حتميـة طفرة من تعـاقب الـ A D N وحتميـة مفـاعيلـه الوظيفية على مستوى تفاعلات البروتين لا يوجد سوى «تزامن مطلق» بالمعنى المحدد أعـلاه بالقطـع المكافىء العـائد الى المـرصص والطبيب. يبقى الحـدث إذاً في نطـاق الصدفة «الجوهرية» الا اذا عدنا الى كون لابلاس، حيث الصدفة مستبعدة أساساً، وحيث الطبيب كان بالضرورة، سيقضي في كل زمن تحت مطرقة المرصص.

التطور: خلق مطلق لا مجرد اظهار

وكما نذكر، فقد رأى برغسون Bergson في التطور التعبير عن قوة خلاقـة مطلقة، بمعنى أنه لم يكن يفترض أنه يمتد الى غـاية أخـرى سوى الخلق بنفسـه ولنفسه. وبهذا كان يختلف جذرياً عن الأحيائيين (من أمثال **انجلز أوتيـار** وعن الوضـعيـين المتفائلين أمثال سبنسر Spincer) الذين كانوا يرون في التطور تحقيقاً لبرنامج موجود في جوهر الكون نفسه، وبـالتالي فـان التطور، بـالنسبة لهؤلاء ليس خلقـاً بل مجـرد «اظهار» لغايـات لم تكن قد تجلت بعـد في الطبيعة. من هنـا كان الاتجـاه إلى اعتبار النمو الجنيني انبثاقاً من طبيعة الانبثاق التطوري نفسه. أما النظرية الحديثة فترى أن فكرة الإظهار تنطبق على النمو فـوق النشوئي لا عـلى الانبثاق التطـوري الخلاق لكل جدّة مطلقة، لأنه بالذات ينشأ من اللاتوقع الجوهري. هـل يمكن القول إن هـذا التلاقي الظاهري بين الميتافيزيقا البرغسـونية وطـرق المعرفـة العلمية ليست سـوى صدفة محضة؟ لعل الأمر ليس كذلك، فبرغسـون الفنان والشـاعر والـذي كان عـلى اطلاع تام على العلوم الطبيعية خلال عصره، لم يكن الّا ليتأثر بهذا الغنى المذهل في الغلاف الحيوي وبهذا التنوع الهـائل في الأشكـال التي تنتشر فيه والتي تبـدو أنها تشهد، بشكل مباشر تقريباً، على خصوبة خلاقة لا تنضب، حرة من كل قيد.

ولكن حيث كان برغسون يرى دليلًا قاطعاً بأن «مبدأ الحياة» هو في التطور نفسه، فان البيولوجيا الحديثة، على العكس تقر بأن كل ميزات الكائنـات الحية تـرتكز عـلى إوالية أساسية للحفظ الجزيئي. إن التطور بالنسبة الى النظرية الحديثة ليس اطلاقاً ميزة خاصة بالكـائنات الحيـة، لأن مصدرهـا يكمن في الشوائب نفسهـا التي تلحق بإوالية الحفاظ والتي تكوّن تميزها الوحيد. يجب القول إذاً بأن مصدر الاضطرابات الذي يُبطل تدريجياً كـل بنية في نظـام غير حي، أي غـير نسوخ، هـو نفسه مصـدر التطور في الغلاف الحيوي، ويأخـذ بالاعتبـار كامـل حريتـه الخلاقـة بفضل حـافظ الصدفة هذا، الأصم بالنسبـة للضجيج كمـا للموسيقى: عنيت بـه البنية النسـوخ للـ A D N.

الفصل السابع

التطـور

إن الأحداث الأولية الأصلية التي تفتح طريق التطور أمام الكائنات الحية، هـذه الأنظمة الشديدة المحافظة، هي مجهرية وطارئـة ولا علاقـة لها بالمفاعيل التي تقـود اليها في الأداء المآلي.

المصادفة والضرورة

لكن ما إن يسجل هذا الحدث الفرد وغير المتوقع في بنية الحمض الريبي النووي المنقوص الأكسجين A D N حتى ينسخ ويترجم بدقة وبطريقة آليـة، أي أنه بعبـارة أخرى، يتضاعف وينتقل في آن معاً الى ملايين أو مليارات من النماذج. وهكذا يخرج هذا الحدث من مملكة الصدفة المحضة، ليـدخل الى مملكـة الضرورة، مملكة اليقـين المحتوم. ذلك أن عملية الانتقـاء تفعل فعلها على المستوى العيني (المجسم) أي على مستوى الجهاز العضوي. إن الكثيرين من المفكرين المشهورين ما زالوا غير قادرين عـلى قبول أو حتى عـلى فهم أن عملية الانتقـاء قـد استطـاعت وحـدهـا أن تؤلف، انطلاقاً من مصدر ضجيج، موسيقى الغلاف الحيـوي بأكملهـا. فالانتخـاب يمارس عمله في الواقع على نتاج الصدفة ولا يمكنه أن يتغـذى من أي موقـع آخر، غـير أنه يمارس عمله داخل إطار من المقتضيات الدقيقة لا مجال فيها للصدفة على الاطـلاق. من هـذه المقتضيات لا من الصـدفة نفسهـا، استمدت عمليـة التطور اتجـاهـاتهـا الصاعدة عموماً، وانتصاراتها المتتالية، وتألقها المنظم الذي تبدو وكأنها صورة عنه.

ولقـد اتجه بعض التطـوريين مـا بعد ـ الـداروني‍ـين الى أن يشيعـوا عن عمليـة الانتخاب الطبيعي فكرة هشة وساذجة الشراسة وهي، بكل بساطـة، فكرة «الصراع من أجل الحياة»، وهو تعبير لا يعود في الواقع الى دارون بل الى سبنسر. وعـلى عكس

ذلك اقترح الداروينيون الحديثون عند بدء القرن الحالي مفهوماً أكثر غنى وبرهنوا، على أساس نظريات كميّة، أن العامل الحاسم في عملية الانتقاء ليس «الصراع من أجل الحياة»، بل هو، في حدود نوع محدد، المعدل التفاضلي لعملية التكاثر le taux différentiel de reproduction.

إن معطيات البيولوجيا الحديثة تسمح بتوضيح مفهوم الانتخاب Sélection وتحديده بدقة، ذلك أننا نملك الآن فكرة كافية الوضوح عن فاعلية وتعقيد وتماسك الشبكة السيبرنيتية الضمن خلوية (حتى عند أشد الأجسام الحية بساطة). هذه الفكرة، التي لم تكن في متناول أحد في السابق، سمحت لنا أن نفهم بأن كل «جِدّة» تظهر على شكل تلف في بنية بروتين ما، تختبر أولاً، وقبل كل شيء، في مدى توافقها مع مجموعة نظام مرتبط أصلاً بعدد لا يحصى من الضوابط التي توجه تنفيذ مشروع الجهاز العضوي، وبالتالي فان الطفرات mutations الوحيدة المقبولة هي تلك التي لا تختزل تماسك الجهاز المآلي وحسب، بل بالأحرى تلك التي تزيد في تدعيم هذا الجهاز في الاتجاه المعتمد أصلاً، أو التي تعمل، وذلك اندر حدوثاً، على اغنائه بامكانات جديدة.

إن الجهاز المآلي، كما يؤدي عمله عندما يعبِّر للمرة الأولى عن طفرة، هو الذي يحدد الشروط الأصلية الجوهرية لقبول مؤقت أو نهائي للمحاولة النابعة من الصدفة أو لرفضها. إن الانجاز المآلي، وهو التعبير الاجمالي لخصائص شبكة التفاعلات البنائية والضابطة، هو تماماً ما تقوم عملية الانتقاء بتقديره، ومن هذا الواقع تبدو عملية التطور وكأنها تنفذ مشروع اطالة وتضخيم «حلم» سلفي.

وبفضل الدقة المحافظة للآلة التناسخية appareil replicatif فإن كل طفرة، اذا ما أخذت على حدة، هي حدث نادر جداً. فبالنسبة الى الجراثيم، وهي الكائنات الوحيدة التي لدينا عنها معطيات عديدة ودقيقة بما يختص بهذا الموضوع، يمكن القول بأن حدوث أي طفرة في مورثه géne معينة ينتج عنه تغيير محسوس في الخصائص الوظيفية للبروتين المقابل، هو في حدود 10^{-6} الى 10^{-8} خلال جيل خلوي واحد. غير أن مجموعة من عدة مليارات من الخلايا يمكنها أن تنمو في بضعة مليليترات من الماء ضمن مجموعة كهذه، يمكن التأكيد بأن كل طفرة معينة تتمثل بعشرة نماذج أو بمئة أو حتى بألف نموذج، كما يمكن تقدير عدد عوامل الطفرة من كل الأنواع في هذه المجموعة بحدود 10^{5} الى 10^{6}.

غنى مصدر المصادفة

إن الطفرة ليست إذاً حدثاً استثنائياً على صعيد المجموعة، بل هي القاعدة. والواقع أن ضغط الانتقاء يظهر داخل المجموعة، لا على مستوى الأفراد. ومع أن المجموعات العضوية الراقية لا يصل تعدادها الى مستوى المجموعات الجرثومية، الا أنه يجب الأخذ بعين الاعتبار نقطتين هامتين:

1 ـ ان المجموع المورِّثي génome عند جهاز عضوي راق، كحيوان ثديي مثلاً، يحتوي على عدد من المورثات يساوي ألف مرة العدد الموجود عند جرثومة واحدة.

2 ـ إن عدد الأجيال الخلوية، وبالتالي فرص الطفرة في سلالة جرثومية Lignée germinale من بويضة لأخرى، أو من حيوان منوي لآخر، تكون مرتفعة.

ولعل في ذلك ما يفسر كون بعض الطفرات مرتفعة النسبة عند الانسان: في حدود 10^{-4} الى 10^{-5} مثلاً بالنسبة لبعض الطفرات التي تسبب أمراضاً وراثية يمكن التدليل عليها. وتجدر الملاحظة هنا بأن الأرقام الواردة لا تأخذ بعين الاعتبار الطفرات غير الظاهرة افرادياً والتي لا تصبح ذات المفاعيل المحسوسة الا عندما تتجمع عبر التجدّد الجنسي. ومن المحتمل أن يكون لهذه الاخيرة أهمية في التطور تتجاوز أهمية الطفرات ذات المفاعيل الافرادية الأكثر بروزاً.

وفي الاجمال يمكن تقدير أن ما يحدث من طفرات في المجموعة البشرية الحالية 3×10^{9} هو حوالى 100الى 1000 مليار طفرة خلال جيل واحد.

ولا أذكر هذا الرقم هنا إلّا لأعطي فكرة عن أبعاد هذا الخزان الهائل من الإمكانيات التنوعية الطارئة التي يكونها المجموع المورِّثي لنوع معين، برغم الخصائص الشديدة المحافظة لإوالية التناسخ.

«مفارقة» استقرار الأنواع

فاذا أخذنا بعين الاعتبار عملية اليانصيب الضخمة هذه، والسرعة التي تلعب الطبيعة دورها فيها، لتراءى لنا أن ما يصعب تفسيره أو ما يجب أن يبدو لنا مفارقة، ليس عملية التطور، بل بالأحرى ثبات الأشكال في الغلاف الحيوي. ونحن نعلم أن التصاميم (المخططات) التنظيمية المطابقة للشُعَب الرئيسة في المملكة الحيوانية كان متمايزاً منذ نهاية المرحلة الكمبرية، أي منذ خمسمائة مليون سنة، كما أن هناك بعض الأنواع لم يصبها أي تطور منذ عدة مئات من ملايين السنين:

فنوع اللانجولا Lingule مثلاً لم يتطور منذ 450 مليون سنة، أما المحار المألوف أو التراق Huître فمنذ 450 مليون سنة خلت كان له الشكل نفسه ودون شك الطعم نفسه(*). وأخيراً يمكن التقدير بأن الخلية «الحديثة»، المتميزة بتصميم تنظيمي كيميائي ثباتي (ابتداء من بنية الكود الوراثي والإواليـة المعقدة للترجمة) موجودة منذ مليارين أو ثلاثة مليارات من السنين، ومجهزة منذ ذلك الحين، دون شك، بشبكات سيبرنيتية جزيئية فعالة تؤمن تماسكها الوظيفي.

إن الاستقرار غير العادي لبعض الأنواع، ومليارات السنين التي تغطيها عملية التطور، وثبات التصميم الكيميائي الأساسي للخلية، كل ذلك لا يمكن تفسيره الا بالتماسك الشديد للنظام المآلي، الذي لعب، خلال عملية التطور، دور المرشد والكابح معاً، والذي لم يبقِ ويضخم، إلا نزراً يسيراً من الفرص التي أتاحتها له بأعداد هائلة، لعبة الروليت الطبيعية.

أما النظام التناسخي غير القادر على الغاء الاضطرابات المجهرية التي تصيبه بالضرورة فانه، على العكس، لا يقوم سوى بتسجيل هذه التغيرات وتقديمها الى المصفاة المآلية التي تقوم عملي الانتقاء، في نهاية المطاف بالحكم على انجازاتها.

ان طفرة بسيطة ودقيقة، كإحلال حرف من الكود الوراثي مكان آخر في الـ A D N هي طفرة عكوسة. هذا ما تتنبأ به النظرية وتشهد به التجربة. غير أن تطوراً محسوساً، كتمايز نوعين حتى لو كانا جد متقاربين، يكون ناتجاً عن عدد كبير من الطفرات المستقلة التي تجمعت بالتتالي في النوع الاصلي ثم، وبالصدفة المحضة عادة فاندغمت بفضل «الدفع الوراثي» الذي يتم بالفعل الجنسي. ان ظاهرة كهذه، بفعل عدد الأحداث المستقلة التي هي، كظاهرة، نتيجة لها، هي، احصائياً، غير قابلة للانعكاس.

لا عكوسية التطور والمبدأ الثاني

إن التطور في الغلاف الحيوي هو بالضرورة عملية غير قابلة للانعكاس، وتحدد اتجاهاً معيناً في الزمن، هو نفسه الاتجاه الذي يفرضه مبدأ زيادة القصور الحراري، أي المبدأ الثاني للتحريكية الحرارية. وثمة هنا أكثر من مجرد تشبيه. فالمبدأ الثاني يرتكز على اعتبارات احصائية شبيهة بتلك التي تؤسس لا عكوسية

(*) Simpson, **The Meaning of Evolution,** Yale University press (1967).

عملية التطور. فمن المشروع إذاً اعتبار لا عكوسية التطور كتعبير عن المبدأ الثاني في الغلاف الحيوي.

إن المبدأ الثاني الـذي لا يعبر إلاّ عن تكهن احصـائي، لا يستبعد بـالتأكيـد إلا نظاماً مجسماً معيناً لا يمكنه أن يسيِّر القصور الحراري في حركة ذات مـدى ضئيل وخلال مدة قصيرة عكس تيار أي، اذا صح القول، عكس تيار الزمن، ووحـدها هـذه الحركات الشاردة، بالضبط، التي تلتقطهـا الإوالية التنـاسخية وتجـددها، هي التي تستبقيها عملية الانتقاء (الاصطفاء) وفي هذا المعنى يكون التطور الانتقائي، المرتكز على اختيار الأحـداث النادرة والثمينـة التي يحتوي عليهـا، بين كثـير غيرهـا خزان الصدفة المجهرية الهائل، نوعاً من آلة للسير عكس الزمن.

واذا كانت النتائج الحاصلة من إوالية السـير عكس الزمن هـذه: الاتجاه العـام والصاعد للتطور، اتقان الجهـاز المآلـي وإغناؤه، قد بدت خارقة للبعض ومفارقة للبعض الآخر، واذا كانت النظرية الحـديثة «الـداروينية الجـزيئية لعمليـة التطور لا يزال يحيط بها الشك من قبل المفكرين والفلاسفة أو حتى البيولوجيين، فـالأمر ليس مدهشاً، بل يبدو على العكس طبيعياً تماماً، وذلك عائد جزئياً الى الصعوبـة القصوى في تصور مدى غنى الصدفة التي تغرف منها عملية الانتقاء.

ومـع ذلك فثمـة إبانـة بارزة لهـذا الغنى تظهر في نظـام دفاع الجهـاز العضوي بواسطة الأجسام المضادة anticorps.

أصل أو منشأ الأجسام المضادة

ان الاجسام المضادة هي بروتينات تتمتع بميزة التعرف على المواد الغريبـة التي تغزو الجسم، كالجراثيم أو الفيروسات مثلاً، بفضـل ترابط ذي خـاصية مجسـامية Association stéréospecifique. ولكن الجسم المضاد، الذي يتعرف اختباريـاً على مادة ما، «كالنموذج المجسـامي» notif stérique الخاص بنـوع معين من الجـراثيم مثلاً، لا يظهر في الجهاز العضوي (ليبقى فيه مدة من الزمن) إلا بعد أن يكـون هذا الأخـير قد قـام «بالتجـربة» مـرة واحدة عـلى الأقـل (بفضـل التلقيـح الطبيعي أو الاصطنـاعي). ومن جهة أخـرى، قام البـرهان عـلى كون الجهـاز العضوي قـابـلاً لتشكيل أجسام مضادة متكيفة عملياً مع أي نمـوذج مجسامي طبيعي أو مصطنـع. ويبدو أن الامكانيات في هذا المضمار غير محدودة عملياً.

ولـذلك ســاد الاعتقاد لفتـرة طويلـة أن مصدر الإعـلام العـائـد لتخليق البنيـة الترابطية المميزة الخاصة بالجسم المضاد هومولد الضد نفسه antigénes. إلا أنـه من الثـابت حاليـاً أن بنية الجسم المضــاد لا تدين بشيء لـمولد الضــد، ذلـك أن في الجـهـاز الـعضـوي خـلايـا مختصـة، تنشـأ بـأعـداد كبـيرة، وتملـك الخاصية ـ الوحيدة ـ بأن «تلعب بالـروليت» على قسم محـدد من الأجزاء الـوراثية Segments génétiques التي تحدد بنية الجسم المضاد. إن الأداء الصحيح لهـذه الروليت الوراثية المختصة والفائقة السرعة لم يتضح بعد بشكل كامل، ومع ذلك فانه يبدو من المحتمل تدخل تـركيبات جـديدة وطفـرات في آن معاً، تنشـأ الواحـدة منها والأخرى، على أي حال، بطريق الصدفة وفي جهل تام لبنية مولّـد الضد. وبـالمقابـل فان هذا الأخير يلعب دور المنتخب، مرجحاً بالتفاضل تكاثر ما هو عائد منها للخلايـا التي تعطي جسماً مضاداً قابلاً لأن يميزه.

إنه لجدير بالملاحظة أن نجد في أساس أحـد أدق الظواهـر المعروفـة عن التكيف الجزيئي مصدراً للصدفة، غير أنه من الواضح (إستـدلالياً) ان مصــدراً كهذا هــو وحده غني لدرجة يعطي معها للجسم وسائل دفاع «في كل اتجاه» اذا صح القول.

السلوك كموجه للضغوط الانتقائية (الاصطفائية)

وثمة صعوبة أخرى تعترض نظرية الانتقاء تتأتر من كونها فُهمت وقُـدِّمت غالبـاً على أنها تجعل من شروط البيئة الخارجية وحدها المؤثـر الوحيـد في عملية الانتقـاء. وهذا المفهوم خــاطىء تمامـاً، ذلك أن ضغـوط الانتقاء التي تمـارسها شروط البيئـة الخارجية على الأجسام ليست مستقلـة عن الانجازات المـآلية المميـزة للنـوع. إن أجساماً مختلفـة ومتعايشـة في «مدى بيئي» واحـد niche écologique يتفاعـل كل منها مع الشروط الخـارجية (بمـا فيها الكـائنات الحيـة الأخرى) بطـريقة مختلفـة ومميزة. ان هذه التفاعلات المميزة و«المختارة» على نحو جزئي من قبل الجسم نفسه، هي التي تحدد طبيعة واتجاه الضغط الانتقائي الـذي طرأ عليـه. لنقل ان «الشروط الأصليـة» لعملية الانتقـاء التي تصادفهـا طفرة جـديدة تشمـل في آن معـاً البيئـة الخارجية ومجموعة بُنًى وانجازات الجهاز المآلي.

ومن المؤكـد أن حصـة الانجـازات المـآليـة في تـوجيـه عمليـة الانتقـــاء يزداد باطراد كلما ارتفع مستوى الانتقاء وبالتالي مدى استقلالية الجسم عن البيئة، وذلك الى درجة نستطيع معها اعتبار هذا الدور حاسماً عنـد الأجسام الـراقية التي يتعلق بقاؤها وتكاثرها قبل أي شيء بسلوكها.

ومن المؤكد أيضاً أنه غالباً ما يكون للاختيار الأساسي لهذا النسق من السلوك أو لذاك تأثير ذو مدى بعيد، ليس على النوع الذي يظهر فيه للمرة الأولى وحسب، بل وعلى كل الأشكال المنحدرة منه التي تكون مجموعة كاملة.

ان المفصلات الكبرى في عملية التطور قد حدثت بسبب غزو مجالات بيئية جديدة. فاذا كانت الفقاريات رباعية الأرجل قد ظهرت وأعطت هذا التفرع المدهش الذي يتمثل بالبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات، فذلك لأنه، في البدء، «اختارت» سمكة بدائية أن تستكشف اليابسة حيث لم تستطع التنقل الا عن طريق القفز الأخرق. وبذلك خلقت كنتيجة لتغيير في السلوك، ضغطاً انتقائياً كان من نتيجته نمو الأطراف القوية لرباعيات الأرجل. ان بين الأشكال المنحدرة عن هذا الرائد الجريء، ما يستطيع الجري بسرعة تفوق الـ 70 كلم/الساعة وبين البعض الآخر ما يتسلق الأشجار بخفة ورشاقة فائقتين؛ كما أن البعض قد غزا الفضاء محققاً بشكل خارق «خيال» السمكة الرائدة.

إن وجود اتجاه عام في تطور بعض المجموعات لجهة نمو موجه ظاهرياً لبعض الأعضاء خلال ملايين من السنين يشهد على أن الاختيار الأساسي لنسق معين من السلوك (أمام عدوانية مفترس مثلاً)، يضع النوع على طريق اتقان مستمر لبنى وانجازات هي بدورها ركيزة هذا السلوك. فلأن أسلاف الحصان قد اختاروا باكراً أن يعيشوا في السهول ويهربوا عند اقتراب مفترس predator (بدلاً من أن يدافعوا عن أنفسهم أو أن يختبئوا) أصبح النوع الحديث، بعد عملية تطور طويلة وذات مراحل متعددة، يمشي حالياً على طرف أصبع واحدة.

ومن المعروف أن السلوك الدقيق والمعقد لمجموعة المراسيم التي تسبق السفاد عند الطيور، تقترن اقتراناً وثيقاً ببعض الميزات المورفولوجية والجذابة بشكل خاص. ان تطور هذا السلوك وتطور الميزة التشريحية التي يرتكز عليها قد سارا جنباً الى جنب، كل منهما يدعم الآخر ويقويه تحت ضغط الانتقاء الجنسي. فما أن يبدأ أي مظهر جذاب ومقترن بنجاح عملية السفاد، بالنمو عند أحد الأنواع، حتى يقوم بتأكيد وتقوية الضغط الانتخابي البدائي، ويدفع بالتالي قدماً كل اتقان لهذا المظهر بالذات.

من المشروع اذاً القول بأن الغريزة الجنسية، أي، في نهاية المطاف، الرغبة هي التي خلقت شروط انتقاء بعض أنواع الريش الرائع(*).

(*) N. Tinbergen, **Social Behavior in Animals,** Methuen. Londres (1953).

ولقد كان لامارك يعتقد بأن الجهود التي يبديها حيوان ما لكي «ينجح في البقاء»، يؤثر بطريقة ما على تراثه الوراثي لكي يندمج به ويقولب ذريته بشكل مباشر. فرقبة الزرافة الشديدة الطول تعبر عن ارادة أجدادها المتواصلة للوصول الى أغصان الأشجار الأشد ارتفاعاً. نظرية غير مقبولة لدينا الآن بالتأكيد. غير أن مجرد عملية الانتقاء بتأثيرها على عناصر السلوك، تفضي الى النتيجة التي كان لامارك يريد التعبير عنها: الاقتران الوثيق بين التكيفات التشريحية والتأدبات الخاصة.

في هذا المعنى يجب ادراك مسألة ضغوط عملية الانتقاء التي وجهت تطور الانسان، وهي مسألة ذات أهمية قصوى. بصرف النظر عن كون الأمر يتعلق بنا، وكوننا نستطيع تفهم كياننا في طبيعته الحالية اذا سبرنا أغوار جذوره خلال تطوره بشكل أفضل. ذلك أن مراقباً حيادياً، «كمريخي» مثلاً، لا بد أن يعترف بأن تطور الانجاز الخاص بالانسان وهو اللغة الرمزية Le langage symbolique، هذا الحدث الفريد في الغلاف الحيوي، قد فتح الطريق الى تطور آخر، خالقاً مملكة جديدة، مملكة الثقافة والأفكار والمعرفة.

اللغة وتطور الانسان

حدث فريد: إن اللغويين المعاصرين قد أجمعوا على أن اللغة الرمزية عند الانسان لا يمكن اختزالها الى وسائل الاتصال المختلفة (السمعية أو اللمسية أو البصرية أو غيرها) التي تستعملها الحيوانات. موقف له ما يبرره دون شك، إلا أن هذا شيء والحزم بأن التقطع discontinuité في التطور كان مطلقاً وبأن اللغة الانسانية منذ البداية لم تكن مثلاً تدين بأي شيء الى نظام من النداءات والتحذيرات كالتي تتبادلها القردة الكبيرة، شيء آخر. ان ذلك يبدو تصوره صعباً بالنسبة لي وهو في كل حال فرضية غير مفيدة.

ان دماغ الحيوانات ليس قابلاً لتسجيل المعلومات وحسب، بل وربط بعضها ببعض وتحويلها ثم رد نتائج هذه العمليات على شكل انجاز فردي، إلا أنه، وهنا النقطة الرئيسية، لا يظهرها على شكل يسمح بنقل أو بث ترابط أو تحول مبتكر وفردي الى فرد آخر. وهذا بالضبط ما تسمح به اللغة البشرية التي يمكن اعتبارها قد ظهرت منذ أن استطاعت تركيبات خلاقة أو ترابطات جديدة، وقد تحققت عند فرد ما، ألا تندثر معه بعد أن انتقلت الى غيره.

وليس ثمة لغات بدائية: فالأداة الرمزية قد توصلت عند كل الأجناس العائدة لنوعنا الوحيد والحديث الى الدرجة نفسها تقريباً من التعقيد والمقدرة على الاتصال.

هذا ويبدو من جهة ثانية وحسب رأي «شومسكي»، أن البنيـة العميقة أو «الشكـل» العـائد للّغـات البشرية كلهـا هو واحـد. إن الانجازات الخـارقة التي تمثلهـا اللغـة وتسمح بها في أن معاً هي بالبداهة مـرتبطة بـالنمو الهـام للجهاز العصبي المـركزي عند الانسان العاقل Homo Sapiens، هذا النمو الـذي يمثل خـاصيته التشريحيـة الأشد تمييزاً.

ومن الممكن التأكيد الآن على أن عملية التطور عند الانسـان، منذ أقـدم أسلافـه المعروفين، قد تركزت بالدرجة الأولى على جمجمته العظمية، أي على دماغه. وقـد لزم لذلك ضغط انتقائي موجـه ومستمر ومـدعوم لأكثـر من مليوني سنـة. ويتميز هـذا الضغط بكونه شديداً، لأن هذه الفترة تعتبر قصيرة نسبياً، ومتميزة، لأنـه لا يلاحظ شيء مماثل في أيـة سلالـة أخرى. فسعـة الجمجمة عنـد القردة الحـديثة الشبيهـة بالانسان Singes antropoides ليست بعد أكبر من التي كـانت لاجدادهـا لبضعة ملايين خلت من السنين.

ومن المستحيـل عدم افتـراض وجود اقتـران حميم بـين التطـور المميـز للجهـاز العصبي المركزي للانسان وبين تطور الانجـاز الوحيـد الذي يميـزه، هذا الاقتـران الذي لم يجعل من اللغة نتيجة للتطور وحسب، بل أحد شروطه الأصلية.

إن الفرضية التي تبدو الأكثر احتمالاً بالنسبة لي هي أن الاتصال الرمزي الأكثر بدائية، وقد برز باكراً في سـلالتنا، قـد كوّن، بـالامكانيـات الجذريـة الجديـدة التي قدمها، أحـد هذه «الاختيـارات» الأولية التي تلـزم مستقبل النـوع بخلقها ضغطـاً انتقائياً جـديداً. وكـان على هـذا الانتقاء أن يشجـع نمو الانجـاز اللغوي نفسـه وبالتالي نمو الدماغ، العضو الذي يخدمه. وأعتقد بأن هناك براهين قـوية في صـالح هذه النظرية.

إن أقـدم البشريـين Homoniens الحقيقيـين المـعـروفـين لـديـنـا الآن («الأستـرالوبيتـك» Australopithéques أو «الاوستـرالنتـروب» Australanthrope الانسان الجنوبي كما يدعوهم لوروا ـ غوران بحق) كانوا يملكون الميزات التي تفرّق الانسـان عن أقرب أقـربائـه، ألا وهي القـردة الـراقيـة. لقـد اعتمـدت جمـاعـات الاوسترالنتروب الوقوف المنتصب المقرون لا بتخصص القدم وحسب، بل وبتحولات عديدة في الهيكل والمجموعـة العضلية وخـاصة العمـود الفقري ووضعيـة الجمجمة بالنسبة لهذا الأخير. ان البحث قد تركـز كثيراً عـلى الأهمية التي قـد تكون حصلت لتحرير الانسان، خلال تطوره، من الأسر الناتج عن السير على اربع والذي تمارسـه

القردة العليا ما عدا الجيبون gibbon. ومما لا شك فيه أن هذا الانجاز السابق على الاوسترالنتروب ولم يكن له أهمية قصوى. فجل ما هناك أنه سمح لأجدادنا بأن يصبحوا صيادين قادرين على استعمال أطرافهم الأمامية دون أن يتوقفوا عن المشي أو الركض.

إن سعة الجمجمة عند هؤلاء البشريين البدائيين هي بالكاد أكبر من التي للشمبانزي وأقل بقليل من التي للغوريللا. كما أن وزن الدماغ لم يكن بالتأكيد متناسباً مع انجازاته. وما من شك في أن الدماغ لم يكن ليفرض حدوداً لهذه الانجازات وفي أن الانسان العاقل لم يكن له أن ينبعث إلا بفضل نمو جمجمته العظمية.

ومهما يكن من أمر فمن الثابت أنه إذا كان دماغ الزنجانتروب Zinjanthrope لا يزيد وزنه عن وزن دماغ الغوريللا، فإنه كان قادراً على القيام بانجازات ليست معروفة عند القردة: فالزنجانتروب كان له في الواقع صناعة شديدة البدائية لدرجة ان «أدواته» لم تكن لتصنف على أنها أشياء مصنوعة الّا بفضل ترداد البنى غير المصقولة نفسها وتجمعها حول بعض الهياكل الأحفورية. ان القردة الكبيرة قادرة على استعمال«أدوات» طبيعية، كالحجارة وأغصان الأشجار عندما يتاح لها ذلك، الّا أنها لا تنتج أبداً أشياء مصنوعة حسب نماذج معروفة.

وتبعاً لذلك، يجب اعتبار الزنجانتروب على أنه «انسان حاذق Homo faber شديد البدائية. إذ إنه من المحتمل جداً أن بين تطور التعبير اللغوي من جهة وتطور صناعة تشهد بنشاط هادف ومنتظم من جهة أخرى، يوجد ارتباطاً وثيقاً(*). لذلك يبدو منطقياً ان نفترض بأن الاوسترالنتروب كانوا يمتلكون أداة اتصال رمزية على مستوى صناعتهم البدائية. أضف الى ذلك أنه إذا كان صحيحاً من أن الاوسترالنتروب، كما يعتقد دارت(**) Dart، كانوا يصيدون بنجاح حيوانات قوية وخطرة كالكركدن وفرس النهر والنمر، فلا بد أن ذلك كان انجازاً تتفق عليه مجموعة من الصيادين، ولا بد أن التحضير المسبق لمشروع كهذا كان يفترض استعمال لغة ما.

ويبدو أن فرضية ضعف نمو حجم دماغ الاوسترالنتروب تعارض هذه النظرية.

(*) Leroi-Gourhan, **Le Geste et la parole,** Albin Michel (1964).
- R. L.Holloway, **Current Anthropology,** 10, 395 (1969).
- J. Bronowsky, in **«To honor Roman Jakobson»** Mouton, Paris, p. 374 (1967).

(**) Cité d'aprés Leroi-Gourhan, loc. .Cit.

غير أن ثمة تجارب حديثة أجريت على شمبانزي حديث السن دلت على أن القردة برغم كونها غير قابلة لتعلم اللغة المحكيّة، تستطيع استيعاب واستعمال بعض عناصر اللغة الرمزية للصم ـ البكم(*) . من الجائز إذاً الافتراض بأن التوصل الى المقدرة على الترميز النطقي Symbolisation articulée يتعلق بتغييرات عصبية ـ حركية ليست بالضرورة شديدة التعقيد، عند حيوان لم يكن عند هذه المرحلة أكثر ذكاء من الشمبانزي الحالي.

غير أنه من الأكيد، بعد اجتياز هذه المرحلة الأولى، ان استعمال لغة، مهما كانت بدائية، لم يكن الاّ ليزيد بنسبة كبيرة قيمة استمرار الذكاء، وليوجه بالتالي، ضغط انتقاء قوي وموجّه لصالح نمو الدماغ كما لم يحصل لأي نوع من الأنواع غير القادرة على الكلام. وما إن برز نظام اتصال رمزي حتى امتلك الأفراد أو المجموعات الأكثر قدرة على استعماله، ميزة على الآخرين أكبر بكثير من الميزة التي كان بالإمكان أن يمنحها تفوق متماثل في الذكاء لدى أفراد من نوع لا يمتلك اللغة، كما أن ضغطاً انتقائياً، عائداً لاستعمال لغة ما، كان لا بد أن يرجح بشكل خاص تطور الجهاز العصبي المركزي باتجاه نمط معين من الذكاء وهو في ذلك الأكثر قدرة على استغلال هذا الانجاز الفريد والخاص والغني بالقدرات الهائلة.

الاكتساب الأولي للغة ..

ولعل هذه الفرضية لم تكن لتتصف سوى بالجاذبية والمعقولية لو لم تكن، بالإضافة إلى ذلك، مستندة الى معطيات تتعلق باللغة الحالية. فدراسة اكتساب الطفل للغة توحي بقوة(**) بأن هذه السيرورة إذا بدت لنا خارقة، فذلك لأنها تختلف اختلافاً عميقاً من الاكتساب المنتظم المألوف العائد لنظام من القواعد الشكلية. فالطفل لا يتعلم أية قاعدة، وهو لا يقلد أبداً لغة الراشدين، ويمكن القول بأنه يأخذ منها ما يحتاج اليه في كل طور من أطوار نموه. ففي البداية (نحو 18 شهراً) يكون للطفل مجموعة من عشر كلمات يستعملها منفردة دون أن يربط بعضها ببعض ولو من باب المحاكاة. ثم تبدأ بعد ذلك مرحلة ربط كل كلمتين ثم كل ثلاث الخ...، حسب تركيب لا يمكن اعتباره مجرد ترداد أو محاكاة للغة الراشد.

إن هذه السيرورة في اكتساب اللغة تبدو كونية وتسلسلها هو نفسه في كل اللغات،

(*) B.T. Gardner et R.A. Gardner, **in Behavior of non-human Primates,** schrier et stolnitz edit., Academic Press, New York (1970).

(**) E. Lennberg, **Biological Foundations of Language,** Wiley. New York (1967).

والسهـولة التي يتمكن الطفـل بها خـلال سنتين أو ثـلاث (بعـد السنـة الأولى) من سيطرته على اللغة تبدو دائماً مذهلة بالنسبة للبالغ. ولذلك كـان من الصعب ألا يرى في ذلك انعكاس سيرورة جنينية نشـوئية فـوقية épigénétique تنمـو خلالهـا البنى العصبية الموجهة للانجازات اللغوية. وتؤكد هذه الفرضية ملاحظات خاصـة **بالعيّ** (انعقاد اللسان) الناتج عن صدمة نفسية. فكلما كانت اصابـة الطفل بـاكرة، كـانت امكانيات الشفاء الكامل كبيرة. بينما تبقى الاصابة غير قابلة لـلانعكاس إذا حصلت مع اقتراب سن البلوغ أو بعد ذلك. إن مجموعة من الملاحظات تؤكد عـل وجود سن حرج للاكتساب العفوي للغة. فالمعروف أن تعلم لغة جديدة يتطلب بالنسبة للـراشد جهداً ارادياً منظماً وثابتاً. ومع ذلك يبقى مستوى اللغة التي تكتسب بهذه الطـريقة أدنى عملياً من مستوى اللغة الأم المكتسبة عفوياً.

إكتساب اللغة المبرمج خلال النمو النشوئي الفوقي للدماغ

وفكرة ارتباط الاكتساب الأولى للغة بسـيرورة التطور **النشـوئي الفوقي** تـدعمها معطيات تشريحية. فمن المعـروف أن نضج الـدماغ يستمـر بعد الـولادة لينتهي مع مرحلة البلوغ. ويبدو أن هـذا التطور يكـون في الأساس بـاغناء روابط مـا بين inter connexions الخـلايا العصبيـة للقشرة الدمـاغية. وهـذه السيرورة تبـدأ سريعة في السنتين الأوليَيْن من العمر، ثم تصبح بطيئة بعد ذلك وتتوقف (ظاهرياً) بعد مـرحلة البلوغ لتغطي بذلك المرحلة الحرجة التي يكون خلالها الإكتساب الأولي ممكناً(*).

ومن هنا فإن التفكير بأنه إذا كان اكتساب اللغة عنـد الطفل يبـدو عفويـاً بشكل مذهل فذلك لأن اللغـة تسجل في سيـاق نمو نشـوئي فوقي تقـوم إحدى وظـائفه في استقبالها (اللغة). وبين هذا وذاك لا يوجد سوى خطوة واحدة لا أجد غضاضـة في القيام بها. ولكي أكون أكثر دقة، أقول إنه يتوقف على نمو قشرة الـدماغ، في مـرحلة ما بعد الولادة Post- Natal نمو الوظيفة الإدراكية نفسها. إن هـذا الإكتساب للغـة خلال هذا النشوء الفوقي هو الذي يسمح بربطها (اللغة) بالوظيفة الادراكية، وذلـك بطريقة حميمة لدرجة يصعب معها الفصل، بالاستبطان introspection، بين الانجاز اللغوي والمعرفة التي يظهرها.

إن من المسلم بـه عـامـة اعتبـار أن اللـغـة ليست سـوى «بنيـة فـوقيـة»

(*) Lenneberg, Loc. Cit.

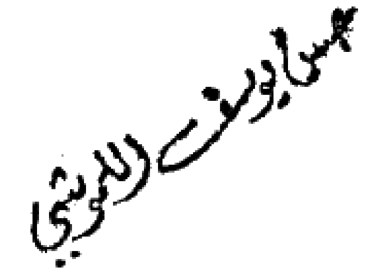
الثاني، أي تطور الثقافة. ومع ذلك فمن البديهي أن اتساع الوظائف الادراكية وتهذيبها عند الانسان العاقل لا يجد مبرراً لوجودها الاّ في اللغة وبها. فاذا ما حرمت هذه الوظائف الادراكية من هذه الأداة أصبحت في أكثرها مشلولة وغير صالحة للاستعمال. وفي هذا المعنى لا يمكن قط اعتبار الطاقة اللغوية كبنية فوقية. بل يجب القبول بأنه بين الوظائف الادراكية والتعبير الرمزي الذي تدعو اليه وتظهر به يوجد عند الانسان المعاصر تكامل حميم، هو ثمرة تطور مشترك وطويل.

Superstructure وذلك ما يظهره التنوع الشديد للغات البشرية الناتجة عن التطور

إن التحليل اللغوي العميق يظهر، حسب رأي شومسكي ومدرسته، «شكلاً» مشتركاً لكل اللغات البشرية رغم تنوعها الشديد. هذا الشكل يعتبر، حسب رأي شومسكي، فطرياً ومميزاً للنوع. لقد صدم هذا التصور بعض الفلاسفة وعلماء الإناسة الذين رأوا فيه عودة إلى الميتافيزيقيا الديكارتية. أما أنا فإن هذه الظرية لا تصدمني أبداً بل تبدو لي طبيعية، شرط أن يؤخذ بعين الاعتبار المحتوى البيولوجي الغني، وذلك منذ أن أصبح مسلماً به علاقة تطور البنى القشرية عند الانسان بالقدرة اللغوية التي اكتسبت باكراً وفي حالة بدائية. معنى ذلك االتسليم بأن اللغة المحكية، عند ظهورها في السلالة البشرية، لم تسمح بتطوير الثقافة وحسب، ولكنها ساهمت أيضاً بالتطور الفيزيائي للانسان. فاذا كان الأمر على هذا النحو فإن القدرة اللغوية التي تظهر خلال التطور النشوئي الفوقي للدماغ تكوّن اليوم جزءاً من «الطبيعة الإنسانية» المحددة بدورها في صلب المجموعة المورثية في اللغة المختلفة جذرياً عن الركود الوراثي. اعجاز؟ حتماً، لأن الأمر يتعلق في آخر المطاف بنتاج الصدفة. غير أنه منذ اليوم الذي استعمل فيه الزنجانتروب أو أحد رفاقه لأول مرة رمزاً ناطقاً ليجسد معنى، رفع من جراء ذلك، وبنسبة هائلة، امكانية ظهور دماغ قادر على استيعاب النظرية الداروينية للتطور.

الفصل الثامن

التخوم



عندما نتأمل الطريق الطويلة التي قطعتها عملية التطور منذ ما ينـاهز مليـارات ثـلاثة من السنـين، وبالغنى الخـارق للبنى التي أوجدتهـا، وبالفعـالية الاعجـازيـة لانجازات الكائنات الحية من الجرثومة الى الانسان، عندما نفعل ذلك، يعاودنا الشك في أن يكون ذلك نتيجة عملية يانصيب ضخمة تصيب بالصدفة أرقامـا، اختارت من بينها عملية الانتقاء ندرة من الرابحين.

الحدود الحالية للمعرفة البيولوجية

فاذا أعدنا النظر تفصيليا في البراهين المتراكمة لدينـا، والتي تجمع عـلى أن هذا التصور وحده هو الذي يلائم الوقائع (لا سيما الإواليات الجزيئية العائدة الى عملية التناسخ والطفرة والترجمـة) لعاد الينـا اليقين دون ادراك مبـاشر وحدسي مـع ذلك، لعملية التطور في مجملها. إن المعجزة قد «فسرت» ولكنها مـا زالت تبدو لنـا اعجازاً، تماماً كما قال موريـاك: «إن ما يقولـه هذا الاستـاذ ليتجاوز في غـرابته مـا نؤمن به، نحن المسيحيين المساكين».

وهـذا صحيح، تمـاما كعـدم التوصـل الى صورة ذهنيـة مُرضيـة لبعض الأفكار التجريدية في الفيزيـاء الحديثـة. غير أن صعـوبات كهـذه لا تشكل أيـة حجة ضـد نظرية حازت تأكيدات التجربـة والمنطق. إن سبب عدم الادراك الحـدسي، بالنسبـة للفيزياء، مجهرية كانت أم كونيـة، واضح. فسلّم الظـاهرات التي تـواجهنا يتجـاوز مقولات تجربتنا المباشرة. التجريد وحده يستطيع أن يعوض عن هذا العجز دون أن يشفي منـه. أما بـالنسبة الى البيـولوجيـا فالصعـوبة من مستـوى آخـر. ذلـك أن التفـاعـلات الأوليـة يمكن ادراكهـا بسهـولـة نسبيـة بفضـل طـابعهـا الإوالي

mécanistique. وعلى العكس فإن التعقيد الشديد للأنظمة الحية هو الذي يتحدى كل تصوّر إجمالي حدسي. وكما في الفيزياء فإن هذه الصعوبات، الذاتية الطابع، لا تشكل أية حجة ضد النظرية.

ويمكن التأكيد الآن على أن الإواليات الأولية لعملية التطور ليست مفهومة من حيث المبدأ وحسب، بل ومحددة بكل دقة. والحل الذي وجد مرض بقدر ما هو متعلق بالإواليات نفسها التي تؤمن استقرار الأنواع: عنيت بها ثباتية تناسخ الـ ADN والتماسك المآلي للأجهزة العضوية.

ومع ذلك تبقى عملية التطور في البيولوجيا المفهوم المركزي الذي ما زال قابلاً ولحقبة طويلة، لأن يزداد غنى ودقة. ان المشكلة قد حلت من حيث الجوهر، ولم تعد عملية التطور تمثل على تخوم المعرفة.

أما أنا فأرى هذه التخوم عند طرفي عملية التطور: منشأ الأنظمة الحيّة الأولى من جهة، وأداء الجهاز الأكثر مآلية، عنيت به الجهاز العصبي المركزي عند الانسان من جهة أخرى. وسأحاول في هذا الفصل أن أبرز بوضوح الحدود التي تفصل هذين الحدّين عن المجهول.

مشكلة النشوء

قد يقودنا التفكير الى أن اكتشاف الإواليات الكونية التي ترتكز اليها الخصائص الأساسية للكائنات الحيّة قد أنار السبيل أمام حل مشكلة النشوء (الجذور). والواقع أن هذه الاكتشافات قد عادت وطرحت السؤال بطريقة جديدة وبدقة أكثر. فجعلتا المشكلة تبدو أكثر صعوبة مما كانت عليه في السابق.

ويمكن قبليّا، تحديد ثلاث مراحل في السيرورة التي قادت إلى ظهور الأجهزة العضوية الأولى.

أ ـ تشكل المكونات الكيميائية الأساسية للكائنات الحيّة على الارض نويدات وحموض أمينية.

ب ـ تشكل الجزيئات الكبيرة الأولى القابلة للتناسخ، انطلاقاً من هذه المكونات.

ج ـ عملية التطور التي قامت ببناء جهاز مآلي حول هذه «البنى التناسخية» والتي أفضت الى الخلية البدائية.

إن المرحلة الأولى التي تعرّف غالباً باسم المرحلة «قبل الحياتية» سهلة التفسير ليس من الناحية النظرية وحسب، بل ومن الناحية التجريبية أيضاً. واذا كان

الغموض قد أحاط، ولعله سيحيط دائماً، بالخط الذي سارت عليه عملية التطور الكيميائية قبل الحياتية، إلا أن الصورة الاجمالية تبدو واضحة نوعاً. إن الشروط الجوية وشروط القشرة الأرضية كانت لأربعة مليارات خلت من السنين، ملائمة لتجمع بعض مركبات الكربون البسيطة كالمتان. وكان هناك أيضاً الماء والنشادر (الأمونياك). من هذه المركبات البسيطة، يمكن الحصول بفضل منشطات غير بيولوجية، على أجسام أكثر تعقيداً، كالحموض الأمينية وطلائع النويدات (قواعد أزوتية ومواد سكرية). والجدير بالذكر أنه، ضمن شروط معينة يبدو حدوثها مجتمعة أمراً معقولاً، يكون مردود تخليق هذه الأجسام، المماثلة لمركبات الخلية الحديثة أو الشبيهة بها، مرتفعاً بشكل دائم.

من الممكن إذاً أن نعتبر أنه في زمن ما على الأرض، فان امكانية احتواء مساحات مائية على مركزات مرتفعة على شكل محلول، للمكونات الأساسية لفئتي الجزيئات البيولوجية الكبيرة أي الحموض النووية والبروتينات «مثبتة». في هذا «الحساء قبل الحياتي» كان بامكان جزيئات كبيرة، حموض أمينية ونويدات، أن تتكون من تماثر طلائعها وقد أمكن الحصول مخبرياً، وضمن شروط «مقبولة»، على ببتيدات متعددة ونويدات متعددة تحاكي بنيتها بنية الجزيئات الكبيرة «الحديثة».

الى هنا ليس ثمة من صعوبات حقيقة. غير أن المرحلة الأولى الحاسمة لم تكن قد انجزت بعد: أي تشكل جزيئات كبيرة قابلة، ضمن شروط الحساء البدائي، لأن تنفذ تناسخها الخاص، دون اللجوء الى أي جهاز مآلي. وصعوبة كهذه لا يبدو أنها مستعصية. فقد ثبت أن تعاقبا من النويد المتعدد يستطيع أن يسيّر، باقتران تلقائي، تشكّل عناصر تعاقب مكمّل. وإوالية كهذه لا بد أن تكون غير فعالة وعرضة لأخطاء لا تحصى. غير أنها منذ أن ظهرت، بدأت السيرورات الثلاث الأساسية للتطور (التناسخ وحدوث الطفرات والانتقاء) بالعمل، مانحة أفضلية كبرى للجزيئات الكبيرة، الأكثر قدرة على التناسخ التلقائي(*) بسبب بنيتها التعاقبية.

أما المرحلة الثالثة فهي، افتراضاً، الظهور التدريجي للأنظمة المآلية التي قامت ببناء جهاز عضوي حول البنية التناسخية، هي الخليّة البدائية. هنا نصل الى «جدار الصوت» الحقيقي، لأنه ليست لدينا أية فكرة عما كانت عليه الخلية البدائية. إن أشد الأنظمة الحيّة بساطة، وهي الخلية الجرثومية، هذه الماكينة الصغيرة، ذات

(*) L. Orgel, Loc, Cit.

التعقيد والفعالية المتناهيين، لا بد أن تكون قد وصلت الى المرحلة الحالية من الاتقان منذ أكثر من مليار سنة. فالتصميم الكيميائي العام لهذه الخلية هو نفسه الذي لسائر الكائنات الحية. وهي تستعمل الكود الوراثي نفسه وآلية الترجمة نفسها التي تستعملها الخلايا البشرية على سبيل المثال.

وهكذا فإن أبسط الخلايا ليست «بدائية» في شيء. فهي نتاج عملية انتقاء استطاعت، خلال خمسمائة أو ألف مليار جيل، أن تراكم جهازاً مآلياً قوياً الى درجة لم تعد معها بقايا البنى البدائية قابلة للتمييز. إن اعادة بناء عملية التطور هذه، دون وجود أحافير، ضرب من المحال. ونود هنا لو استطعنا على الأقل تقديم افتراض معقول لجهة مسار هذا التطور خصوصاً عند نقطة انطلاقه.

إن تطور النظام الاستقلابي، الذي لا بد أن يكون قد «تعلم» تجنيد الكمون الكيميائي وتخليق المكونات الخلوية كلما ازداد الحساء الأولي فقراً، يضعنا أمام مشكلات جبارة. والأمر كذلك بالنسبة الى ظهور الغشاء الخلوي ذي النفاذية الانتقائية الذي لا وجود لأية خلية قابلة للحياة بدونه. غير أن المشكلة الكبرى تكمن في نشوء الكود الوراثي وإوالية ترجمته. والحقيقة أن الأمر ليس مجرد «مشكلة» بل هو لغز حقيقي.

لغز أصل الكود

ليس للكود من معنى إلاّ إذا ترجم. وتحتوي آلة الترجمة في الخلية الحديثة على حوالى مئة وخمسين مكونا كبير الجزيئات هي نفسها مكوّدة في الـ ADN: فلا يمكن للكود أن يترجم إلا بفضل نتاجات الترجمة. انه التمثيل العصري لعبارة كل حي يأتي من بيضة Omne Vivum ex Ovo. أما متى وكيف تم انغلاق هذه الحلقة على نفسها؟ فمن الصعب تماماً تصور ذلك. غير أن واقع كون الكود قد أصبح الآن مقروءاً ومعروفاً بشموليته، يسمح بطرح المشكلة بشكل أدق، وذلك بشيء من التبسيط، من خلال الاحتمال البديل التالي:

أ) إن بنية الكود تفسر بأسباب كيميائية أو بالأحرى كيميائية مجسَّمة. ولئن تم «اختيار» كود ليمثل حمضاً أمينيا معيناً، فذلك لأن بين الاثنين ألفة كيميائية مجسَّمة.

ب) إن بنية الكود هي كيميائيا تعسفية. فالكود كما نعرفه، هو حصيلة سلسلة من الاختيارات بالصدفة، عملت على اغنائه شيئا فشيئا.

إن الافتراض الأول يبدو أكثر اغراء. فهو أولاً يفسر شمولية (كونية) الكود.

ويسمح تاليا بتصور إوالية ترجمة بدائية يكون فيها التراصف التعاقبي للحموض الأمينية الموجّه لتشكيل الببتيد المتعدد عائداً الى تفاعل مباشر بين الحموض الأمينية، والبنية التناسخية نفسها. وأخيراً، وبشكل خاص، فانه يمكن مبدئيا التحقق من هذا الافتراض، في حال كونه صحيحاً. ولقد قامت في الواقع محاولات عديدة في هذا الاتجاه، ولكن نتائجها يجب أن تعتبر حتى الآن، سلبية(*).

ولعل الكلمة الأخيرة في هذا الموضوع لم تُقَلْ بعد. وبانتظار اثبات يبدو غير محتمل، نجد أنفسنا مسوقين الى الافتراض الآخر، غير المستساغ لأسباب منهجية، دون أن يعني ذلك اطلاقاً أنه غير دقيق. إنه غير مستساغ لأسباب عدة. فهو لا يفسر شمولية الكود، وعليه لا مناص من القبول بأن واحدة فقط، بين العديد من محاولات البلورة، قد صادفها الاستمرار (البقاء). إن ذلك يبدو شديد الاحتمال، لكنه لا يقدم أي نموذج للترجمة البدائية. وهنا لا بد من افساح المجال أمام التأملات. والحقل متسع جداً للكثير منها.

إلا أن اللغز يبقى حاجباً معه الاجابة على مسألة ذات فائدة عميقة. إذا كانت الحياة قد ظهرت على الأرض، فما هو مدى احتمال ظهورها قبل هذا الحدث؟ وليس الافتراض مستبعداً، بالنسبة الى البنية الحالية للغلاف الحيوي، أن يكون الحدث الحاسم قد تم مرة واحدة فقط. وهذا يعني أن احتمال وقوعه القبلي كان قريباً من الصفر.

هذه الفكرة ينفر منها أكثر رجال العلم، فالعلم لا يستطيع شيئاً أمام حدث فريد. أنه لا يستطيع «التحدث» إلا في أحداث تشكل مجموعة، ويكون احتمال حدوثها قبليا، محدداً مهما بلغت ضآلته. والحال أن الغلاف الحيوي، بشمولية بُناه، بدءاً بالكود، يبدو كنتاج حدث فريد. طبعا، بالامكان أن يكون هذا الطابع الفريد نتيجة استبعاد محاولات أو بدائل أخرى بفضل عملية الانتقاء. غير أنه لا شيء يدعو الى فرض هذا التفسير.

إن احتمال أن يحصل حدث خاص بين كل الأحداث الممكنة في الكون هو، قبليا، قريب من العدم. ومع هذا فالكون موجود. فالمفروض إذاً أن تكون أحداث مميزة قد حصلت فيه، كان احتمالها (قبل الحدث) بالغ الضآلة. وليس لنا الحق، حالياً، في أن

(*) Cf.F. Crick, **Journal of Molecular Biology,** 38, p. 367-379 (1968).

نثبت أو ننفي أن الحياة ظهرت مرة واحدة على الأرض، وأن حظها في الوجود قبل أن تظهر كان بالتالي قريبا من العدم.

هذه الفكرة ليست غير مستساغة من قبل البيولوجيين كرجال علم وحسب، بل وتصدم ميلنا البشري الى الاعتقاد بأن كل ما هو حقيقي في الكون الحالي كان أبداً ضرورياً. يجب أن نحذر كثيراً من هذا الشعور القوي بالقدرية، فالعلم الحديث يجهل كل لزومية. والقدر يكتب بمقدار ما يتحقق، لا قبل ذلك، وقدرنا نحن لم يكن له ان يدوّن قبل ظهور النوع البشري، الوحيد القادر على استعمال نظام منطقي للاتصال الرمزي. حدث فريد آخر يجب أن يجعلنا، نحذر الوقوع في شرك المركزية البشرية. فاذا كان فريداً، كما قد تكون عليه الحالة بالنسبة الى ظهور الحياة نفسها، فمعنى ذلك أنه قبل ظهوره، كان حظه في حدود العدم. فالدنيا لم تكن «حبلى» بالحياة ولا الغلاف الحيوي بالانسان. لقد سحب رقمنا في لعبة حظ ففيمَ العجب أن نشعر، تماماً كمن ربح لتوه ملياراً، بغرابة وضعنا؟

التخوم الأخرى: الجهاز العصبي المركزي

إن عالم المنطق يستطيع لفت نظر عالِم البيولوجيا بأن ما يبذله من محاولات «لفهم» سير عمل الدماغ البشري سيبوء بالفشل لأنه لا يوجد نظام منطقي قادر على وصف بنيته الخاصة بشكل تام. ولعل لفت النظر هذا في غير محله طالما أننا ما زلنا بعيدين عن هذه الحدود المطلقة للمعرفة. وعلى أي حال فان هذا الاعتراض المنطقي لا ينطبق على تحليل الانسان للجهاز العصبي المركزي لأي حيوان، الجهاز الذي نفترض أنه أبسط تعقيداً وأقل قدرة من جهازنا. وحتى في هذه الحالة تبقى صعوبة كبرى. فالتجربة الواعية لحيوان ما مغلقة بالنسبة لنا، ولعلها ستبقى كذلك الى الأبد. فهل بوسعنا أن نؤكد بأن وصفا تاماً وشاملاً لسير عمل دماغ ضفدع مثلاً ممكن مبدئيا، بينما تبقى هذه المعطيات منيعة؟ من الجائز الشك في ذلك، وتبقى محاولة اكتشاف المخ البشري، رغم الحواجز التي تقف دونها، أساسية لا يمكن الاستغناء عنها، لأنها تتيح امكانية مقارنة المعطيات الموضوعية والذاتية العائدة الى تجربة.

ومهما يكن من أمر، فإنه يمكن بل ويجب أن يصار إلى اكتشاف بنية المخ وادائه على كل المستويات الممكنة، لعل هذه الأبحاث، الشديدة الاختلاف بمنهجيتها وبموضوعها المباشر، تتلاقى يوما. أما الآن فلا يجمعها شيء سوى الصعوبات والمشاكل التي تثيرها.

إن بين أصعب المشاكل وأهمها تلك التي يثيرها النمو النشوئي الفوقي لبنية شديدة التعقيد كالجهاز العصبي المركزي. فهذا الجهاز يحتوي عند الانسان، على ما يراوح بين 10^{12} الى 10^{13} خلية عصبية مترابطة فيما بينها بفضل 10^{14} الى 10^{15} نقاط اشتباك يربط بعضها بين خلايا عصبية متباعدة. ولقد سبق أن تعرضت للّغز الذي تطرحه تفاعلات النشوء الشكلي من بُعد، ولن أعود الى ذلك الآن. على الأقل بات يمكننا طرح مشاكل كهذه بشكل واضح، بفضل بعض التجارب البارزة(*).

إن فهم اداء الجهاز العصبي المركزي لا يتيسر لنا إلّا إذا عرفنا على الأقل اداء العنصر الأولي الذي يتمثل بنقطة الاشتباك العصبي. فهي من بين مستويات التحليل كلها، تبقى الأكثر خضوعاً للتجربة. وقد أمكن، بفضل تقنيات مرهفة، الحصول على عدد كبير من الوثائق، على أننا ما زلنا بعيدين عن تأويل نقل الاشتباك العصبي بلغة التفاعلات الجزيئية. والمسألة على قدر كبير من الأهمية لأن السر النهائي للذاكرة يكمن فيها.

ولقد اتجه التفكير منذ وقت طويل، الى أن الذاكرة تسجل، على شكل تلف غير عكوسي تقريباً، التفاعلات الجزيئية المسؤولة عن انتقال التيار العصبي على مستوى مجموعة من نقاط الاشتباك العصبي. هذه النظرية تبدو كبيرة الاحتمال، إلا أنه ليس ثمة براهين مباشرة(**).

وعلى الرغم من هذا الجهل العميق للإواليات البدائية العائدة الى الجهاز العصبي المركزي، فإن الكهرفيزيولوجيا الحديثة قد أعطت نتائج ذات مدلول عميق عن تحليل وتكامل الاشارات العصبية، خاصة بالنسبة الى بعض المسالك الحسية.

أولاً بالنسبة الى خصائص الخلية العصبية كعامل دمج للاشارات التي تصل اليها (بواسطة نقاط الاشتباك العصبي) من عدة خلايا أخرى. لقد أثبت التحليل أن الخلية العصبية تماثل بانجازاتها، المكونات المتكاملة (المتدامجة) لحاسبة الكترونية. فهي قابلة، كهذه الأخيرة للقيام بكل العمليات المنطقية لجبر القضايا. غير أنها، بالاضافة الى ذلك، تستطيع أن تضيف أو تطرح اشارات مختلفة بالاستناد الى

(*) Sperry, passim.

(**) وفقاً لاحدى النظريات فإن الذاكرة قد رُمِّزت (كوِّدت) في تعاقب جذور بعض الجزيئات الكبيرة (حموض نووية). ولقد حازت هذه النظرية على القبول عند بعض الفيزيولوجيين الذين اعتقدوا أنهم بهذا يستندون الى المفاهيم الناتجة عن دراسة الكود الوراثي ويستعملونها. إن هذه النظرية يتعذر دعمها بالاستناد الى معلوماتنا الحالية عن الكود وإواليات الترجمة.

تزامنها، وأن تغير من تواتر الاشارات التي ترسلها تبعاً لضخامة الاشارات التي تتلقاها. ويبدو أنه ليس من مكون موحد تستعمله الحاسبات الحديثة حالياً قادر على القيام بانجازات معبرة بدقة وفي مثل هذا القدر من التباين. ومع ذلك فالتشابه يبقى مدهشاً والمقارنة مثمرة بين الآلات السيبرنيتية والجهاز العصبي المركزي. غير أن ذلك يقتصر على المستويات الدنيا من التكامل (التدامج): كالدرجات الأولى من التحليل الحسّي مثلاً. ويبدو أن الوظائف العليا لقشرة الدماغ، والتي تمثل اللغة تجسيدها ما زالت عصية تماماً أمام هذا التحليل. ويمكن أن نتساءل بهذا الصدد ما اذا كان الأمر يتعلق بفرق «كمي» (درجة تعقيد) أو «نوعي». وأنا أرى أن ليس لهذا السؤال من معنى. فلا شيء يسمح بالافتراض أن التفاعلات الأولية هي ذات طبيعة متباينة عند مستويات مختلفة من التكامل (التدامج). فاذا كان ثمة حالة ينطبق عليها القانون الأول للجدلية فهي بالضبط هذه الحالة.

وظائف الجهاز العصبي المركزي

إن رهافة الوظائف الادراكية عند الانسان وكثرة تطبيقاتها تحجب عنا الوظائف الأساسية التي يقوم بها المخ في السلسلة الحيوانية (بما فيها الانسان نفسه). ولعلنا نستطيع تعداد وتحديد هذه الوظائف على الشكل التالي:

1 ـ تأمين التوجيه والتنسيق المركزي للنشاط العصبي الحركي، وبخاصة تبعاً للموردات الحسية.

2 ـ الاحتواء على برامج نشاط معقدة، بشكل دارات محددة وراثياً، واثارتها تبعاً لحوافز معينة.

3 ـ تحليل الموردات الحسية ورشحها وتكاملها لتكوين تصور للعالم الخارجي مطابق للانجازات الخاصة بالحيوان.

4 ـ تسجيل الأحداث ذات المدلول (مع الأخذ بعين الاعتبار سلم الانجازات المميزة) وتجميعها في فئات حسب تماثلها، ربط هذه الفئات حسب علاقات الأحداث التي تكوِّنها (علاقات تطابق أو تتالي)، اغناء وترهيف وتنويع البرامج الخِلقية (الفطرية) بتضمينها هذه التجارب.

5 ـ التخيل، أي تصور واختلاق أحداث خارجية أو برامج نشاط عائدة الى الحيوان نفسه.

إن الوظائف المحددة بالفقرات الثلاث الأولى تقوم بها أجهزة عصبية مركزية لحيوانات لا توصف عادة بالعليا، كمفصليات الأرجل مثلاً. وأكثر الأمثلة مدعاة

للدهشة عن برامج العمل الخِلقية نجدها عند الحشرات. ومن المشكوك فيه أن تكون الوظائف المجملة في الفقرة 4 تقوم بدور هام عند هذه الحيوانات(*). وبالمقابل فانها تقوم بدور بارز في سلوك اللافقاريات العليا كالأخطبوط(**). وجميع الفقاريات طبعاً.

أما الوظائف المذكورة في الفقرة 5، والتي يمكن وصفها «بالإسقاطية» فهي مزيّة الفقاريات العليا دون سواها. غير أن حاجز الوعي يتدخل هنا، وقد نكون غير قادرين على معرفة الاشارات الخارجية لهذا النشاط (كالحلم مثلًا) الّا عند أقرب أقربائنا دون أن تكون أنواع أخرى محرومة منه تماماً.

إن الوظائف (4) و (5) هي وظائف إدراكية، أما وظائف الفقرات (1) و (2) و (3) فهي منسّقة وتمثيلية. وحدها الوظائف (5) يمكنها أن تكون خالقة للتجارب الذاتية.

إن تحليل الجهاز العصبي للانطباعات الحسية وفقاً لغرض الفقرة (3)، يعطي عن العالم الخارجي صورة فقيرة وموجهة، أي نوعاً من الايجاز حيث لا يقع في دائرة الضوء الّا ما كان يثير اهتمام الحيوان بشكل خاص، تبعاً لسلوكه النوعي (إنه اختصار «حرج»، والكلمة مأخوذة هنا حسب مفهوم مكمل للمعنى الكانتي). والتجربة تدل بقوة على أن الأمر هو كذلك فعلًا. فالمحللة الموجودة خلف عين الضفدع على سبيل المثال، تتيح له رؤية ذبابة (أي نقطة سوداء) في حالة الحركة لا في حالة السكون(***). مما يجعل الضفدع لا يلتقط سوى الذبابة المتحركة فقط. ويجب التأكيد على واقع أن الأمر الذي برهن عليه التحليل الكهرفزيولوجي لا يتعلق بنتيجة سلوك يجعل الضفدع غير عابىء بالنقطة السوداء غير المتحركة لأنها لا تمثل غذاء على وجه التأكيد. فصورة هذه النقطة تنطبع دون شك على الشبكية، غير أنها لا تنقل لأن تنبيه الجهاز لا يحدث الّا من قبل جسم متحرك.

تحليل الانطباعات الحسيَّة

إن بعض التجارب التي أُجريت على الهررة(****) قد أوحت بتفسير للواقع الغامض والمتمثل في أن حقلًا يعكس كل ألوان الطيف يرى كسطح أبيض بينما يفسر اللون الأبيض ذاتياً كعدم وجود أي لون. ولقد دل القائمون بالتجربة أنه، نتيجة لكبح

(*) ربما باستثناء النحل.

(**) J.Z. Young, **«A model of the brain»,** Oxford University press (1964).

(***) H.B. Barlow, **Journal of physiology** 119, p. 69-88 (1953).

(****) T.N. Wiesel et D.H. Hubel, **J. Neurophysiol.**, 1115-1156 (1966).

متصالب بين بعض الخلايا العصبية، التي تستجيب لمختلف أطوال الموجات، فإنها (أي الخلايا) لا ترسل أية اشارات عند تعرض الشبكية بشكل متماثل الى سلم الموجات المرئية. إن غوته Gothe كان «محقاً»، بالمعنى الذاتي، في موقفه ضد نيوتن. وهذا خطأ معذور بالتأكيد بالنسبة لشاعر.

إن قدرة الحيوانات على تصنيف الأشياء أو العلاقات التي بينها حسب مقولات مجرّدة، وبخاصة هندسية، ليست على الاطلاق موضع شك. فالأخطبوط أو الجرذ يستطيع كل منهما أن يستوعب فكرة المثلث أو الدائرة أو المربع، والتعرف دون خطأ على هذه الأشكال بفضل خصائصها الهندسية وبشكل مستقل عن أبعاد الجسم الحقيقي المعروض، أو اتجاهه أو لونه.

إن دراسة الدارات التي تحلّل الأشكال الموجودة في حقل نظر الهر تدل على أن هذه الانجازات الهندسية عائدة الى بنية الدارات نفسها التي ترشح الصورة الشبكية وتعيد تركيبها. أي أن هذه المحللات تفرض في النهاية قيودها الخاصة على الصورة بانتقاء بعض عناصرها البسيطة. إن بعض الخلايا العصبية لا تتأثر الّا بخط منحن من اليسار الى اليمين، والبعض الآخر بخط منحن باتجاه معاكس. إن «مفاهيم» الهندسة البسيطة ليست متمثلة في الجسم بقدر ما هي ممثلة بالمحلّلة الحسّية التي تلتقطه وتعيد تركيبه انطلاقاً من أكثر عناصره بساطة(*).

الخِلقية والتجريبية

إن هذه الاكتشافات الحديثة تؤيد (ديكارت) و (كانت) ضد التجريبية الجذرية التي لم تتوقف عن بسط هيمنتها على العلم والمعرفة منذ مئتي عام، ملقية بظلال الشك على افتراض يقول بخلقية أطر المعرفة. وحتى الآن ما زال بعض علماء السلوك متمسكين على ما يبدو، بفكرة أن عناصر السلوك عند الحيوان هي إما خلقية، أو مكتسبة، وأن كل واحدة من هاتين الصيغتين تنفي الأخرى. هذا التصور خاطىء كما أثبت لورنز(**) Lorenz. فعندما ينطوي السلوك على عناصر مكتسبة من التجربة، يكون هذا الاكتساب حسب برنامج خِلقي، أي محدد وراثياً. إن بنية البرنامج تدعو وتوجه التعلم الذي يتسجل حسب «شكل» معد سلفاً ومحدد في التراث الوراثي العائد الى النوع. هكذا يجب، دون شك، أن تفسر سيرورة تعلم اللغة

(*) D.H. Hubel et T.N. Wiesel, **Journal of Phsyiology,** 148, p. 574-591 (1959).
(**) K. Lorenz, **Evolution and Modification of behavior,** University of Chicago press, Chicago (1965).

عند الطفل (راجع الفصل 7). ولا يوجد أي سبب للافتراض أن الأمر ليس كذلك بالنسبة الى المقولات الأساسية للمعرفة عند الانسان، ولعل ذلك صحيح أيضاً بالنسبة الى العديد من عناصر السلوك البشري الأقل أهمية ولكن ذات المدلول الكبير للفرد والمجتمع. هذه المسائل قابلة مبدئياً للتجربة. وعلماء السلوك لا ينفكون عن القيام بتجارب في هذا النطاق. وهي تجارب قاسية من غير المعقول تطبيقها على الانسان، وعلى الطفل بالذات، ذلك أنه، من جراء احترامه لذاته، لا يسع الانسان إلا أن يمتنع عن اكتشاف بعض البنى المؤلفة لكيانه.

إن الجدل الطويل حول الخلقية الديكارتية للـ «أفكار»، غير المعترف بها من قبل التجريبيين، يذكر بالجدل الذي قسم علماء البيولوجيا حول موضوع التمييز بين النمط الوراثي والنمط الشكلي. وهو تمييز أساسي وضروري لتحديد التراث الوراثي نفسه بالنسبة لعلماء الوراثة، الذين أدخلوه في مفاهيم البيولوجيا، ولكنه مشكوك به من قبل بقية علماء البيولوجيا الذين لم يروا فيه سوى حيلة لانقاذ مسلّمة ثباتية المورِّثة. هنا نرى أنفسنا مرة أخرى أمام التناقض بين الذين لا يريدون أن يروا إلا الشيء الفعلي، الملموس، في وجوده الكامل، وبين الذين يسعون الى كشف تصور مقنع لشكل مثالي. لقد قال آلان Alain: «هناك نمطان من العلماء الذين يحبون الأفكار والذين يكرهونها». والموقفان الفكريان هذين ما برحا يتعارضان في ميادين العلم. وهما موقفان ضروريان، في تعارضهما، لتقدمه. ولا يسعنا إلّا أن نأسف «لمحتقري الأفكار»، لأن التقدم، الذي يساهمون بانجازه، يظهر دائماً أنهم على خطأ.

ومع ذلك فان كبار تجريبيي القرن الثامن عشر لم يكونوا، بمعنى ما وهو هام جداً، على خطأ. فمن الصحيح تماماً أن كل شيء عند الكائنات الحية يأتي من التجربة، بما في ذلك الخلقية الوراثية، أكان السلوك المقَوْلب للنحل أو الأطر الفطرية للمعرفة الانسانية. ولست أعني بذلك التجربة الحالية المعادة من قبل كل فرد وفي كل جيل، بل التجربة المتراكمة العائدة الى أسلاف النوع خلال عملية التطور. وحدها هذه التجربة، المستمدة من الصدفة، وحدها هذه المحاولات العديدة التي هذبتها عملية الانتقاء، كان بوسعها أن تجعل الجهاز العصبي المركزي، أو أي عضو آخر، مكيفاً مع وظيفته الخاصة. وبالنسبة الى الدماغ بالذات: إعطاء عرض عن العالم المحسوس ملائم لانجازات النوع، تقديم الاطار الذي يسمح بتصنيف معطيات التجربة المباشرة غير القابلة للاستعمال بحد ذاتها، وحتى (عند الانسان) المحاكاة الذاتية للتجربة بهدف استباق النتائج وتحضير الفعل.

وظيفة المحاكاة

ان النمو الشديد لوظيفة المحاكاة واستعمالها المكثف هما ما يميّز، كما أرى، الخصائص الوحيدة لدماغ الانسان، وذلك على أعمق مستوى للوظائف الادراكية، المستوى الذي ترتكز عليه اللغة والذي لا تعبر عنه الا جزئياً. ومع ذلك فهذه الوظيفة ليست محصورة بالانسان. فالكلب الذي يبدي فرحه عند مشاهدة سيِّده يتهيأ للنزهة، يتصور حتماً، أي يستبق محاكاة الاكتشافات التي سيقوم بها والمغامرات التي تنتظره والمخاوف اللذيذة التي ستنتابه دون أي خطر بفضل الوجود المطمئن لسيِّده. ثم فيما بعد الى إعادة محاكاة كل ذلك في الحلم.

عند الحيوان، كما عند الطفل، لا تبدو المحاكاة الذاتية منفصلة عن النشاط العصبي الحركي الا جزئياً. وتظهر ممارستها باللعب. أما عند الانسان الراشد فالمحاكاة الذاتية تصبح بالدرجة الأولى الوظيفة العليا، وظيفة الخلق. أنها هي التي تنعكس بالواقع الرمزي للّغة التي يعبر عنها بنقل عملياتها واختصارها. من هنا الواقع، الذي ركز عليه شومسكي في أن اللغة، حتى في استعمالاتها المتواضعة، هي في الغالب محددة، ذلك لأنها تنقل تجربة ذاتية واختلاقاً خاصاً وجديداً بشكل دائم. بهذا أيضاً تختلف اللغة البشرية جذرياً عن الاتصال الحيواني. فهذا الأخير يقتصر على صرخات أو تنبيهات تقابل عدداً معيناً من الأوضاع المحسوسة المقبولة. فأشد الحيوانات ذكاء، أي القادر على المحاكاة الذاتية على شيء من الدقة، لا يملك أية طريقة «لتحرير وعيه» سوى الاشارة بشكل دائم في الاتجاه الذي تتحرك فيه مخيلته. أما الانسان فانه يستطيع الحديث على تجاربه الذاتية: وهكذا فان التجربة الجديدة، أي اللقاء الخلاق، لا يندثر مع ذلك الذي اختلقه للمرة الأولى.

إن كل رجال العالم قد وعوا، على ما اعتقد، تأملهم العميق ليس لفظياً: إنه تجربة خيالية مختلقة بفضل أشكال أو قوى أو تفاعلات يمكنها بالكاد أن تؤلف «صورة» بالمعنى البصري. لقد فوجئت شخصياً بأني أتماهى مع جزيء من البروتين بعد أن لم يعد في حقل وعي أي شيء غيره، لشدة الانتباه المركز على التجربة الخيالية. ومع ذلك فان «مغزى التجربة المحاكاة لا يظهر في هذه المرحلة، بل بعد أن يعبر عنه بشكل رمزي. فأنا لا أعتقد، أنه يجب اعتبار الصور غير البصرية التي تمارس المحاكاة عليها عملها، كرموز بل، إذا صح التعبير، باعتبارها «الواقع» الذاتي والمجرد، المعطى مباشرة الى التجربة الخيالية.

ومهما يكن من أمر، فإن سيرورة المحاكاة، في الاستعمال الجاري، تكون مقنعة

تماماً بالكلام الذي يتبعها مباشرة وتبدو ممتزجة بالفكرة نفسهـا. غير أن العـديد من التجارب يبرهن على أن الوظائف الادراكية عنـد الانسان، حتى المعقّـد منها، ليست متعلقة مباشرة بالكلام (أو بأية طريقة أخرى للتعبير الرمزي). ويمكننا أن نستشـهد، بشكل خاص بالدراسات التي قامت حـول نماذج مختلفـة من الحُبْسة، العيّ. ولعـل أكثر التجارب اثارة هي التي قام بها حديثاً سبيري(*) Sperry عـلى أشخاص فصلت عنـدهم نصفا الكـرة الدمـاغية بـواسطة القطـع الجـراحي للجسم الثفني corpus callosum. إن العـين اليمنى واليد اليمنى عنـد هؤلاء الأشخاص لا تـوصلان أيـة معلومات إلا الى نصف الكرة الدمـاغية اليسرى، والعكس بـالعكس. وهكذا فـان أي جسم يرى بالعين اليسرى يكون معروفاً تمـاماً ولكن من دون أن يقـدر المريض عـلى تسميته. وفي بعض التجارب الصعبة، التي كان الأمر فيها يتعلق بالقرن بـين الشكل (الثـلاثي الأبعاد) لجسم تلتقطـه إحدى اليـدين والنشر السطحي لهذا الشكـل على شاشة، كان نصف الكرة الأيمن (الذي لا يحتوي على مركز التكلم) يظهر تفوقاً جلياً على نصف الكرة «المسيطر» (الأيسر) وسرعة أكبر في التفريق. ولعله من المغري هنـا أن يتجه بنا التفكير الى أن جزءاً هاماً، ولعله «الأعمق»، من المحاكـاة الذاتيـة يؤمنه نصف الكرة الأيمن.

إذا كان من المشروع اعتبار أن الفكـر يرتكـز على سـيرورة محاكـاة ذاتية، فيجب القبول بأن النمو الشديد لهذه الملكة عند الانسـان هو نتيجـة تطور قـامت خلالـه عملية الانتقاء باختبار فاعلية هذه السيرورة وقيمـة بقائهـا، وذلك من خـلال النشاط الملموس، المهيّأ من قبل التجربة الخيالية. إنها إذاً الكفاءة على التصوّر الملائم وعـلى التكهن الصحيـح المؤيد بـالتجربـة الملموسـة التي دفعت بمقدرة المحـاكاة للجهـاز العصبي المركزي عند أجدادنا الى المرحلة التي وصلت اليها عند الانسان العاقل.

إن جهاز المحاكاة الذاتيـة كان عليـه ألا يخطيء عندمـا كان الأمـر يتعلق بصيد النمـر بـالأسلحـة، التي كـانت بتصرف الانسـان الجنـوبي Australanthrope أو الانسـان القـرد Pithécanthrope أو حتـى الانسـان العـاقـل (كـرومـانيـون Cro-magnon). ولهذا فإن الأداة المنطقية الخلقية، الموروثة عن أسلافنا، لا تخدعنا وتسمح لنا بـأن «نفهم» أحداث الكـون، أي أن نضعها بلغـة رمزيـة وأن نتوقعهـا، شريطة أن يزود جهاز المحاكاة بعناصر الأعلام الضرورية.

(*) J. Levi-Agresti et R.W. Sperry, **Proceedings of the National Academy of Sceinces,** 61, p. 1151 (1968).

إن جهاز المحاكاة، أداة التوقع التي تزداد غنى دون انقطاع من نتائج تجاربها الخاصة، هو أداة الاكتشاف والخلق. وتحليل منطق ادائه الذاتي هو الذي سمح بوضع قواعد المنطق الموضوعي وبخلق أدوات رمزية جديدة كالرياضيات. إن مفكرين كباراً (اينشتاين) قد دهشوا من أن الكائنات الرياضية التي خلقها الانسان تمثل الطبيعة بهذه الدقة، بينما هي لا تمت الى التجربة بصلة. وفي الواقع، فلا شيء يعود للتجربة الفردية والمحسوسة، بل كل شيء يعود لمزايا جهاز المحاكاة الذي نحتته التجارب العديدة والقاسية لأسلافنا. إن مقابلتنا المنهجية بين المنطق والتجربة حسب الطريقة العلمية هي في الواقع مقابلة بين تجربة كل هؤلاء الأسلاف والتجربة الحالية.

اذا كنا نستطيع التكهن بوجود هذه الاداة الرائعة، وإذا كنا نستطيع ترجمة عملياتها بواسطة اللغة، فإنه ليس لدينا أية فكرة عن أدائها أو بنيتها. إن الاختبار الفيزيولوجي ما زال حتى الآن عقيماً في هذا المجال. وبرغم كل محاذيرها ما زالت عملية الاستبطان رغم كل شيء تنبئنا أكثر قليلاً في هذا المجال. يبقى تحليل اللغة الذي لا يكشف سيرورة المحاكاة الا من خلال تحولات غير معروفة ولا يظهر أبداً جميع عملياتها.

وهم الثنائية وحضور الفكر

هذه هي الحدود التي ما برحت حتى اليوم منيعة علينا كما كانت بالنسبة لديكارت. وطالما أنها لم تقهر بعد، فإن الثنائية تحتفظ بحقيقتها الاجرائية. إن مفهوم الدماغ ومفهوم الفكر يختلطان بالنسبة لنا، في التجربة المعاشة كما كان الأمر عليه بالنسبة لرجال القرن السابع عشر. إن التحليل الموضوعي يضطرنا أن نرى في الثنائية الظاهرة لكائن، وهماً ملتصقاً مع ذلك بالكائن نفسه الى درجة يصبح معها من العبث تماماً الأمل في ازالته في عملية الادراك المباشر للذاتية، أو التوصل الى العيش عاطفياً واخلاقياً من دونه. ولماذا يجب القيام بذلك في الواقع؟ من يستطيع أن يشك في وجود الفكر؟ إن رفض الوهم الذي يرى في الروح «جوهراً» غير مادي لا يعني إنكار وجودها بل إنه على العكس، يعني البدء بالاعتراف بالتعقيد، بالغنى، بالعمق الذي لا يسبر للتركة الوراثية والثقافية وللتجربة الشخصية، الواعية أو غير الواعية التي تكوِّن، مجتمعة، الكائن الذي هو نحن،الشاهد الوحيد على نفسه الذي لا يمكن انكاره.

الفصل التاسع

المملكة والظلمات

ضغوط الانتقاء في عملية تطور الانسان

منذ أن تمكن انسان الجنوب أو أحد مجانسيه كما أسلفنا من ايصال محتوى تجربة ذاتية أو «محاكاة» شخصية وليس فقط مجرد تجربة ملموسة وراهنة، فان مملكة جديدة قد خلقت: مملكة الأفكار. كما أن تطوراً جديداً أصبح ممكناً وهو تطور الثقافة. وتوجب على التطور الجسماني physique للإنسان أن يستمر طويلاً، بعد أن أصبح وثيق الارتباط بتطور اللغة، يخضع بعمق لتأثيرها الذي قلب شروط عملية الانتقاء.

إن الانسان الحديث هو نتاج هذا التكامل التطوري. إنه غير قابل لأن يدرك أو تحل رموزه في اطار أي افتراض آخر. وكل كائن حي هو أحفوري في الوقت نفسه. ويحمل في ذاته، وحتى في البنية المجهرية لبروتيناته، آثاراً وحتى ندب أسلافه. وهذا حقيقي بالنسبة إلى الإنسان أكثر من أي نوع حيواني آخر، بسبب من ثنائية التطور التي ورثها: التطوّر الجسماني والتطور «الفكري».

ويمكن الاعتقاد بأنه، خلال مئات الألوف من السنين، لم يسبق التطور الفكري التطور الجسماني إلا قليلاً، ذلك أن الأول كان يكبح الثاني بسبب ضعف نمو القشرة المخيّة، التي لم يكن بوسعها سوى استباق أحداث ترتبط مباشرة بالبقاء الآني. ولذلك كان على الضغط الشديد لعملية الانتقاء أن يؤدي الى تنمية قدرة الانتقاء، واللغة التي تعبر عن عملياتها. من هنا أيضاً كانت السرعة المذهلة لعملية التطور التي تشهد عليها الجماجم الأحفورية.

وبقدر ما استمر هذا التطور المقترن (المشترك) بقدر ما حصّل المكوِّن الفكري

استقلالاً أكثر عن الكَبْح الذي كان نمو الجهاز العصبي المركزي يزيله شيئا فشيئا. ومن جراء هذا التطور وسّع الانسان بسط سلطانه على الكون الأدنى منه، وبدأت تخف معاناته من الأخطار التي كان يخبئها هذا الكون له. إذ ذاك بدأ ضغط الانتقاء الذي قاد المرحلة الأولى في عملية التطور، بالتراخي وباتخاذ خاصية أخرى. وبسيطرة الانسان على محيطه فلم يبق أمامه من خصم جدي سوى نفسه. وهكذا أصبح الصراع المباشر، داخل النوع، الصراع حتى الموت، من أهم عناصر الانتقاء عند النوع البشري. بينما هو ظاهرة نادرة الحدوث تماماً في تطور الحيوان. وفي أيامنا فإن الحرب داخل النوع بين أعراق ومجموعات متمايزة غير معروفة اطلاقا في الأنواع الحيوانية، وحتى القتال المفرد، المنتشر بين الذكور عند الثدييات الكبرى، لا يؤدي الى موت المهزوم إلا نادراً. إن كل الاخصائيين متفقون على أن الصراع المباشر، أو «الصراع من أجل الحياة» حسب سبنسر، لم يقم إلّا بدور ضئيل في تطور الانواع. غير أن الأمر مختلف بالنسبة للانسان. فعند درجة معينة من نمو النوع البشري وانتشاره، كان للحرب القبلية أو العرقية دور هام في عملية التطور. ومن المحتمل أن يكون الزوال المباغت لانسان نياندرتال Néanderthal قد حصل نتيجة إبادة جماعية ارتكبها جدنا (الانسان العاقل)، وهي على أي حال ليست الابادة الأخيرة، فهناك عدد من الابادات التاريخية المعروفة.

في أي اتجاه كان على هذا الضغط الانتقائي أن يدفع تطور الانسان؟ كان عليه طبعاً أن يدفع في اتجاه انتشار الاعراق الأوفر ذكاء وخيالاً وارادة وطموحاً. ولكن كان عليه أيضاً أن يشجع تماسك العصبة وعدوانية المجموعة أكثر من الشجاعة الفردية، واحترام قوانين القبيلة أكثر من المبادرة.

وانني لأتقبل كل الانتقادات التي قد توجه الى هذه الترسيمة المبسطة. فلست أدّعي شطر عملية التطور الانساني الى طورين متمايزين. بل أحاول ذكر الضغوط الانتقائية الرئيسية التي قامت بدور كبير، لا في التطور الثقافي وحسب بل والجسماني أيضاً. والنقطة الهامة هي أنه، خلال مئات الألوف من السنين هذه، لم يكن بمقدور التطور الثقافي إلا أن يؤثر على التطور الجسماني. فالسلوك هو الذي يوجه عند الانسان، أكثر من أي حيوان آخر، ضغط عملية الانتقاء بسبب استقلاليته الشديدة التفوق. ومنذ أن توقف السلوك عن أن يكون آليا بشكل رئيسي ليصير ثقافيا، بدأت السمات الثقافية بممارسة ضغطها على تطوُّر المجموعة المورِّثية. وذلك الى أن عملت السرعة المتزايدة للتطور الثقافي على فصل السلوك تماماً من تطور المجموعة المورثية.

مخاطر الانحلال الوراثي في المجتمعات الحديثة

من المؤكد ان التفكك تام في المجتمعات الحديثة، فعملية الانتقاء قد زالت منها، أو على الأقل، لم يعد فيها ما هو «طبيعي» بالمعنى الداروني للكلمة. ففي مجتمعاتنا الراهنة، وبقدر ما بقي لعملية الانتقاء من دور، فإنها لا تشجع بقاء «الأكثر أهلية» أو بتعبير أحدث، البقاء الوراثي لهذا «الأكثر أهلية» من خلال انتشار ذريته. فالذكاء والطموح والشجاعة والخيال هي بالتأكيد من عناصر النجاح في المجتمعات الحديثة، لكن النجاح الفردي لا الوراثي، وهو الوحيد الذي له أهمية بالنسبة لعملية التطور. إن الاحصائيات تدل، كما هو معروف على ارتباط سلبي بين الحاصل الذكائي (أو مستوى الثقافة) لزوجين، ومتوسط عدد أولادهما، وهذه الاحصائيات نفسها تدل بالمقابل، على وجود ارتباط ايجابي مرتفع بالنسبة للحاصل الذكائي بين الزوجين. إن في ذلك وضعاً خطراً ينذر بأن يحوّل شيئا فشيئا الكمون الوراثي الأشد ارتفاعا، الى نخبة يتجه عددها نسبيا الى التقلص.

بل وأكثر من ذلك. ففي عهد ليس بالبعيد، وحتى في المجتمعات «المتقدمة» نسبياً، كانت تجري تصفية الأفراد الأقل أهلية جسديا وحتى ذهنيا بشكل آلي وبوحشية. وكان أكثر هؤلاء لا يصلون الى مرحلة البلوغ. أما الآن، فإن أكثر ذوي العاهات الوراثية يعيشون وينجبون. وبفضل تقدم المعرفة والأخلاقية الاجتماعية فإن الإوالية التي كانت تدافع عن النوع ضد الانحلال المحتم عندما تلغى عملية الانتقاء الطبيعي لا تعمل إلا في حالة العاهات الأكثر خطورة.

ووجهت هذه الأخطار ببعض العلاجات المتوخاة من تقدم علم الوراثة الجزيئي. وهنا يجب الاسراع الى تبديد هذا الوهم الذي أشاعه بعض أنصاف العلماء. لا شك أنه يمكن ستر بعض العاهات الوراثية، إنما بالنسبة للفرد المصاب فقط، لا بالنسبة لذريته. ان علم الوراثة الجزيئي الحديث لا يكتفي فقط بعدم تقديم أية طريقة للتأثير على التراث الوراثي بقصد إغنائه بصفات جديدة، لخلق «انسان أسمى» وراثيا، بل ويؤكد لنا بُطْلان هذا الأمل. فالمقياس المجهري للمجموعة المُورِّثية يمنع حاليا، والى الأبد دون شك، القيام بمثل هذه الالاعيب. فاذا تجاوزنا أوهام الخيال العلمي، تبقى طريقة وحيدة «لتحسين» النوع البشري وهي في القيام بعملية انتقاء متعمدة وقاسية. ولكن من يقدر، بل من يجسر على القيام بها؟

إن الخطر على النوع، الناتج عن شروط عدم الانتقاء، أو من الانتقاء العكسي، التي تسيطر في المجتمعات المتقدمة، هو خطر أكيد، غير انه لن يستفحل إلّا بعد أجل

طويل: لنقل عشرة أجيال أو خمسة عشر جيلاً، أي بعد عدة قرون. غير أن المجتمعات الحديثة معرضة لأخطار أكثر الحاحا وأشد خطراً.

لن أتكلم هنا عن الانفجار الديموغرافي أو عن اتلاف الطبيعة ولا عن الانفجارات النووية، بل عن خطر روحي أكثر عمقاً وأشد وقعاً. إنه أكبر منعطف للتطور الفكري الذي خلقه والذي يعمل دون انقطاع على جعله يتفاقم. فالنمو الهائل للمعرفة، الذي بدأ منذ قرون ثلاثة، يرغم انسان اليوم على اعادة نظر مريرة في التَصوُّر المتحدر فيه منذ عشرات آلاف السنين حول نفسه وحول علاقته بالكون.

ومع ذلك فالخطر الروحي، كخطر الانفجارات النووية، يأتينا من فكرة بسيطة: إن الطبيعة واقع موضوعي، وحقيقة المعرفة لا يمكن أن تأتي إلا من المجابهة المنهجية بين المنطق والتجربة. ويصعب علينا في الواقع أن نفهم كيف لم تظهر هذه الفكرة، على بساطتها ووضوحها، في عالم الأفكار، إلا بعد مئة ألف عام على ظهور الانسان العاقل، وكيف أن حضارات عظيمة، كالحضارة الصينية، قد جهلتها لتعود فتأخذها بعد ذلك من الغرب ولا لماذا اقتضى في الغرب نفسه، قرابة خمسمائة وألفي سنة أي من فيتاغوراس الى جاليليوس وديكارت وبيكون، لكي تتحرر أخيراً هذه الفكرة من الغلاف الذي احتجزها في ممارسة الفنون الآليّة الصرفة.

انتقاء الأفكار

قد يكون مغرياً لعالِم البيولوجيا أن يقارن بين تطور الأفكار وتطور الغلاف الحيوي، ذلك أنه إذا كانت المملكة المجردة تفارق الغلاف الحيوي أكثر مما يفارق هذا الأخير العالم غير الحي، فإن الأفكار قد احتفظت ببعض خصائص الأجسام الحيَّة. فهي مثلها تميل إلى تخليد بنيتها وتكثيرها، وهي مثلها قادرة على صهر محتواها وإعادة تركيبه وفصله (عزله). وهي أخيراً مثلها تتطور، وفي هذا التطور، تقوم عملية الانتقاء بدور كبير. ولن أجازف هنا بتقديم نظرية انتقاء خاصة بالأفكار. ولكن يمكننا أن نحاول تحديد بعض العوامل الرئيسية المؤثرة فيها. إن عملية الانتقاء هذه تعمل بالضرورة على مستويين: مستوى الفكر نفسه ومستوى الانجاز.

إن قيمة انجاز فكرة تكمن في التغيير السلوكي الذي تحدثه عند الفرد أو عند المجموعة التي تأخذ بها. والفكرة التي تُكسب المجموعة البشرية تماسكاً أشد وطموحاً أرفع وثقة بالنفس أثبت، تعطيها في الوقت نفسه مزيداً من قوة الانتشار، مما يؤمن ارتقاء الفكرة نفسها. وليس لهذه القيمة الارتقائية بالضرورة علاقة مع ما

قد تحتويه الفكرة من حقيقة موضوعية. إن الدعامة القوية التي تكونها الايديولوجية الدينية لمجتمع ما، لا تدين بشيء لبنيتها في ذاتها، بل الى كون هذه البنية مقبولة وإلى أنها تفرض نفسها. ولا يمكن بالتالي فصل مقدرة انتشار فكرة كهذه إلا بصعوبة عن قوتها الانجازية.

أما القدرة على الانتشار نفسها، فهي أصعب على التحليل. لنقل أنها تتعلق بالبنى الفكرية السالفة الوجود، ومن بينها الأفكار التي سبق للثقافة ان نقلتها (عممتها) إضافة الى بعض البنى الفطرية التي يصعب علينا تحديدها. ومن الواضح أن الأفكار الأقدر على الانتشار هي تلك التي تفسر الانسان وتمنحه مكاناً في مصير كموني يتبدد فيه قلقه.

اقتضاء التفسير

خلال مئات الألوف من السنين كان قدر الانسان لا ينفصل عن قدر مجموعته أو قبيلته التي لم يكن ليتسنى له مجال العيش خارجها. وكانت القبيلة بدورها لا تستطيع الاستمرار والدفاع عن نفسها الا بتماسكها. من هنا نشأت القوة الذاتية العظيمة للقوانين التي تنظم هذا التماسك وتضمنه. ورب مخالف لهذه القوانين، غير أنه ليس ثمة من يفكر بنفيها. وبالنظر الى الأهمية الانتقائية الكبرى التي نهضت بها بالضرورة، هذه البنى الاجتماعية إضافة الى أن عهد الناس بها، طويل جداً، يجب الاقرار بأنها أثرت على التطور الوراثي لبعض مقولات الدماغ البشري الخلقية. لم يعمل التطور على جعل هذه القوانين القبلية مقبولة وحسب، بل وخلق أيضاً الحاجة الى التفسير الأسطوري الذي يؤسسها، عن طريق إسباغ السيادة عليها. ونحن أحفاد هؤلاء البشر قد ورثنا عنهم دون شك اقتضاء التفسير والقلق الذي يضطرنا الى البحث عن معنى الوجود، هذا القلق الخالق لكل الأساطير ولكل الأديان والفلسفات وحتى للعلم نفسه.

أن تكون هذه الحاجة الملحة خلقية ومسجلة في لغة الكود الوراثي وأن يكون نموها عفوياً، فهذا ما لا أشك فيه على الاطلاق. ففيما عدا النوع البشري، لا يوجد في عالم الحيوان أية تنظيمات اجتماعية عالية التمايز اللهم إلا عند بعض الحشرات: النمل والأَرَضة والنحل. عند هذه الحشرات الاجتماعية، لا يدين استقرار الأنظمة بشيء الى الارشاد الثقافي بل الى النقل الوراثي. فالسلوك الاجتماعي بكامله خلقي وآلي.

أما لدى الانسان، فإن المؤسسات الاجتماعية، ذات الطابع الثقافي الصرف لا

يمكنها أبداً أن تبلغ هذه الدرجة من الاستقرار. وفي أي حال، من كـان يتمنى ذلك؟ إن اختـراع الأساطـير والأديان، وبنـاء الأنظمة الفلسفيـة هـو الثمن الـذي دفعـه الانسان ليستمر حيـواناً اجتمـاعياً دون أن يخضــع الى آلية صرفـة. غير أن الإرث الثقافي لم يكن واثقاً وقوياً بما فيه الكفاية بحيث يدعم وحده البنى الاجتماعية، لقـد كان يلزم لهذا الارث ركيزة وراثية تجعل منه غذاء يتطلبـه الفكر. ولـو لم يكن الأمر كـذلك، فكيف تفسر كـونية الظـاهرة الـدينية في نـوعنا البشري عـلى أساس البنيـة الاجتمـاعية؟ وكيف نفسر أننـا حتى مع التنـوع الشديـد لـلأسـاطـير والأديـان أو الايديولوجيات الفلسفية، نجد دائماً «الشكل» الجوهري نفسه؟

التطور البيولوجي للكائن الفرد اسطورياً وميتافيزيقياً

من السهل أن نرى في «التفسـيرات» المعدّة لإرســاء الشرائع، عن طـريق تخفيف القلق، «قصصاً» أو على الأصح مسرداً للتطور البيولوجي للكـائن الفرد. فـالأساطـير البدائية تـرتبط كلها تقـريباً بـأبطال إلهيـين، حيث يفسر مسارهم اصـول الجماعـة ويؤسس بنيتها الاجتماعية على تقاليد مقدسة: فالتاريخ لا يعاد صنعه. وكذلك الأمر بالنسبة الى الديانات الكبرى، فهي ترتكز عـلى قصة حيـاة نبي ملهم، إن لم يكن هو المؤسس لكـل شيء فهو يمثلـه في كل حـال ويتحدث بـاسمه ويعـرض تاريـخ البشر ومصيرهم. ولا ريب أن اليهودية ـ المسيحية تعتبر من أشد الأديان الكبرى «بدائية» من حيث بنيتها التاريخانية Historiciste المرتبطة مباشرة بمسار قبيلة بدويـة معينة قبل أن تغتني بنبي آلهي. أما البـوذية، الأكثـر تمايـزاً فانهـا على العكس من ذلـك تتعلق فقط، في شكلهـا الأصلي بـالكارمـا Karma، أي القانـون المفارق الـذي يرعى المصير الفردي. إنها تأريخ أرواح أكثر منها تأريخ بشر.

إن الأنظمة الفلسفية الكبـرى، من أفلاطـون الى هيغل ومـاركس، تقترح مســارد للتطور البيولوجي تفسيرية ومعيارية في آن معاً. أما محـاولة تفسير الانســان والكون، عند افلاطون فيسير المسرد التطوري هذا في خط معاكس. فهو لا يرى في التاريـخ الا فساداً متدرجاً. وفي الجمهورية تراه كمن يحاول تحريك آلة للسير عكس الزمن.

أما بالنسبة لماركس وهيغل، فإن التاريخ يجري طبقاً لمخطط كـامن (قوة كـامنة)، ضروري ومـلائم. إن السلطة الكبـيرة التي تمارسهـا الايديـولوجيـا الماركسيـة على الأفكار ليست عائدة الى وعدها بتحرير الانسان وحسب، بل وقبل كل شيء الى بنيتها التطورية (الانطوجينية) والتفسير الكامل والمفصل الذي تعطيه عن التـاريخ المـاضي والحاضر والمقبل. ولكن المادية التاريخية غير مكتملة لاقتصارها على التاريخ البشري،

على رغم تزينها (تجملها) ببعض يقينيات «العلم». وعليه فقد وجب اضافة المادية الديالكتيكية (الجدلية) اليها وهي التي تحمل تأويلاً كلياً يتطلبه الفكر: فالتاريخ البشري وتاريخ الكون متشاركان (مترابطان) فيها بخضوعهما.

قطع «التحالف الاحيائي القديم» وأذى الروح الحديثة

لئن كان صحيحاً أن الحاجة الى تفسير كامل هي فطرية، وأن غياب هذا التفسير هو مصدر قلق عميق، وإذا كان شكل التفسير الوحيد الذي يهدىء من القلق هو التاريخ الكلي الذي يكشف دلالة (معنى) الانسان من خلال تعيين مكان له ضروري في مخططات الطبيعة، وإذا كان ينبغي لهذا التفسير أن يذوب في تقاليد احيائية(*) طويلة لكي يبدو حقيقياً، ومهدئاً وذا دلالة، اذا كان كل هذا صحيحاً لفهمنا عندئذ، لماذا انقضت آلاف السنين قبل أن تظهر في مملكة الأفكار المعرفة الموضوعية كمصدر وحيد للحقيقة الأصيلة (الصحيحة).

هذه الفكرة الصارمة والباردة التي لا تقدم أي تفسير، بل تفرض زهداً متقشفاً بكل غذاء روحي آخر، لم تكن لتهدىء القلق الفطري، بل زادته اضطراماً. انها طمحت الى أن تمحو دفعة واحدة، تقليداً راسخاً امتزج بالطبيعة البشرية نفسها. إنها ترفض الأخذ بالتحالف الاحيائي القديم بين الانسان والطبيعة، غير تاركة مكان هذه الصلة الثمينة سوى تلمّس قلق في عالم تكتنفه الوحدة الباردة. كيف حدث لفكرة كهذه بدا وكأن ليس لها من مؤيد إلا استكبار طهري، أن تحوز على القبول؟ الواقع أنها لم تكن مقبولة، وليست كذلك الآن أيضاً. واذا كانت مع ذلك قد فرضت نفسها فذلك عائد فقط الى قدرتها الهائلة على الانجاز.

فخلال قرون ثلاثة، احتل العلم، المرتكز على مسلمة الموضوعية، مركزه في المجتمع، في مجال الممارسة لا في النفوس. إن المجتمعات الحديثة مبنية على العلم. فهي تدين له بغناها وبقوتها، وبالثقة من أن ثمة غنى وقدرات أكبر تنتظر الانسان في المستقبل إذا أراد ذلك. وكما أن «الاختيار» الأولي في التطور البيولوجي لنوع معين يمكنه أن يتحكم بمستقبل ذريته كلها، كذلك فإن اختياراً غير واع في الأصل لممارسة علمية معينة قاد تطور الثقافة في طريق ذي اتجاه واحد: مسار كانت التقدمية العلموية في القرن التاسع عشر تراه منفتحاً بشكل حتمي على ازدهار

(*) لعل من الضروري الاشارة من جديد الى انني استعمل هذا النعت حسب معنى خاص، جرى تحديده في الفصل الثاني.

(تفتح) هائل للانسانية، بينما نرى الآن، على عكس ذلك، أن هوة من الظلمات تنحفر أمامنا.

إن المجتمعات الحديثة قد أقرّت (سلمت) بالثروات والقدرات التي كشفها لها العلم، غير أنها لم تتقبل رسالته العميقة، أو لعلها بالكاد سمعت بها: تعيين مصدر جديد للحقيقة، اقتضاء (تطلب)إعادة نظر كلية لأسس المناقبية Ethique وقطيعة جذرية مع التقليد الاحيائي، العزوف النهائي عن «التحالف القديم» وضرورة استبداله بتحالف جديد. غير أن مجتمعاتنا، المسلحة بكل القدرات، والمتمتعة بكل الثروات التي تدين بها للعلم، تحاول، مع ذلك، أن تعيش وتعلّم أنظمة قيمية فأدّى هذا العلم عينه الى انهيارها قبلاً من الجذور.

لم يعرف أي مجتمع، قبل مجتمعنا، تمزّقاً كهذا. ففي الثقافات البدائية، كما في الكلاسيكية، كانت مصادر المعرفة ومصادر القيم ممتزجة بالتقليد الاحيائي. ولأول مرة في التاريخ تحاول حضارة أن تبني نفسها مع بقائها متعلقة دون أمل، كي تبرر قيمها، وبالتقليد الاحيائي، على رغم اهماله كمصدر للمعرفة أي الحقيقة.

إن المجتمعات «الليبرالية» في الغرب ما زالت تلقن، دون اقتناع، مزيجاً بائساً من التدين اليهودي ـ المسيحي والتقدمية العلموية والاعتقاد بحقوق «طبيعية» للانسان والبراغماتية النفعية كأساس لأخلاقيتها. أما المجتمعات الماركسية فهي تجهر دائماً بالديانة المادية والجدلية للتاريخ كاطار أخلاقي أشد صلابة في ظاهره من اطار المجتمعات الليبرالية، إلا أنه أسرع عطباً، ربما بسبب الصلابة نفسها التي كانت حتى الآن مصدر قوته.

ومهما يكن من أمر فان كل هذه الأنظمة المتجذرة في الاحيائية هي خارج المعرفة الموضوعية. خارج الحقيقة، غريبة، وتحديداً معادية للعلم الذي ترغب باستخدامه لا احترامه أو خدمته. إن الطلاق هو من الضخامة، والكذب هو من الوضوح، الى درجة يحاصر ويمزق معها وعي كل من توافر له شيء من الثقافة وأعطي شيئاً من الذكاء، وعانى القلق الأخلاقي، مصدر كل خُلُق. أي كل هؤلاء الناس الذين قُيِّض أو سيقيض لهم تحمل مسؤوليات المجتمع والثقافة في تطورها.

إن أذى (شر) الروح الحديثة هو هذا الكذب المتجذر في الكائن الاخلاقي والاجتماعي. وهذا الأذى، المشخص بشيء من الغموض، هو الذي يثير الشعور بالخوف إن لم نقل بالكراهية، وفي مطلق الأحوال الاستلاب الذي يعاني منه العديد من الناس، اليوم، إزاء الثقافة العلمية. وينصب هذا النفور علانية في الغالب على

المنتجات التكنولوجية للعلم: القنبلة، إتلاف الطبيعة، التزايد السكاني المنذر بالخطر. ومن السهل طبعاً الرد بأن التقنية هي غير العلم، وبأن استعمال الطاقة الذرية سيكون في القريب العاجل من الضرورات الأساسية لبقاء الانسانية، وبأن اتلاف الطبيعة يتكشف عن تقنية قاصرة لا عن تقنية متطورة، وبأن الانفجار السكاني عائد إلى انقاذ الأطفال بالملايين من الموت كل سنة: فهل يجب تركهم يموتون من جديد؟.

إنه قول (خطاب) سطحي، يخلط بين أمارات الأذى وأسبابه العميقة. إن الرفض في الواقع موجّه الى الرسالة الأساسية للعلم. والخوف هو من التدنيس أي انتهاك القيم. وهو خوف مبرر تماماً. فمن الصحيح أن العلم ينتهك القيم ولكن ليس بشكل مباشر لأنه ليس حكماً عليها، وعليه أن يتجاهلها. ولكن العلم يهدم كل التفسيرات التطورية الأسطورية أو الفلسفية التي بنى (أقام) عليها التقليد الأحيائي كل القيم والاخلاق والواجبات والحقوق والنواهي ابتداء من الشعوب **الجنوبية** الأصلية الى الجدليين الماديين.

فإذا قبل الانسان هذه الرسالة بكل مغزاها، كان عليه أن يستيقظ من حلمه القديم ليكتشف وحدته الكاملة وغرابته الجذرية. وهو يعرف الآن، شأنه شأن أي غجري، أنه على هامش الكون حيث عليه أن يعيش، كون ينصرف عن موسيقاه وغير مبال بآماله وآلامه أو بجرائمه.

ولكن من الذي يحدد الجريمة؟ ومن ينطق بالخير والشر؟ إن كل الأنظمة التقليدية كانت تضع المناقبية والقيم خارج متناول الانسان. إن القيم لم تكن لتنتمي إليه، بل كانت تفرض نفسها، وهو الذي كان ينتمي اليها. أنه يعرف الآن أنها له وحده وأنه أخيراً سيدها (مسيطر عليها) وهي تذوب، فيما يتراءى له في فراغ الكون اللامبالي. إذ ذاك يتجه الإنسان الحديث نحو العلم أو بالأحرى ضده، وهو الذي يقيس الآن مقدرته (العلم) الهائلة على الاتلاف، ليس فقط اتلاف الجسد بل الروح نفسها أيضاً.

القيم والمعرفة

فأين الملاذ؟ هل يجب أن نقبل قطعاً بأن الحقيقة الموضوعية ونظرية القيم يشكلان ميدانين غريبين عن بعضهما ولا مجال لتواصلهما؟ هذا، على ما يبدو، هو موقف فئة كبيرة من المفكرين الحديثين، من كتاب أو فلاسفة أو حتى رجال علم. أما بالنسبة الي، فلست أعتقد بأنه موقف غير مقبول من الغالبية العظمى من الناس

حيث يغذى لديها القلق ويؤججه، بل هو موقف خاطىء تماماً، وذلك لسببين رئيسيين:

— **أولاً**، لأن القيم والمعرفة هما دائماً وبالضرورة، مرتبطان بالنشاط كما في القول (الخطاب)،
— **ثانياً**، وبشكل خاص، لأن تحديد المعرفة «الحقيقية» نفسه يرتكز، في آخر المطاف، على مسلمة ذات طابع أخلاقي.

إن كلاً من هاتين النقطتين يحتاج الى تفصيل مختصر. فالمناقبية والمعرفة مرتبطان معاً وبالضرورة في النشاط وبواسطته. ذلك أن النشاط يستخدم أو يضع موضع التساؤل، المعرفة والقيم، في آن معاً. وكل نشاط يعني أخلاقاً ما، ويخدم قيماً معينة أو يعارضها، يكون اختياراً لقيم، أو هو يزعم ذلك. ولكن، من جهة أخرى، فإن كل نشاط يفترض بالضرورة معرفة ما، في حين أن العمل، بالمقابل، هو أحد المصدرين الضروريين للمعرفة.

إن تداخل المناقبية والمعرفة في نظام احيائي لا يخلق أزمة، لأن الاحيائية تتجنب كل تمييز جذري بين هاتين المقولتين: فهي تعتبرهما مظهران لحقيقة واحدة. إن فكرة المناقبية الاجتماعية مبنية على «حقوق» للانسان يفترض، بأنها «طبيعية»، تعبر عن موقف كهذا، وهو موقف يظهر أيضاً في المحاولات الماركسية لتأويل (تفسير) الأخلاق الضمنية. إنما بصورة أكثر انتظاماً وتوكيداً.

حين وضعت مسلمة الموضوعية شرطاً ضرورياً لكل حقيقة في المعرفة فإن تمييزاً جذرياً وضرورياً في البحث عن الحقيقة نفسها، أقيم بين ميدان المناقبية وميدان المعرفة. إن المعرفة بحد ذاتها مجردة من كل حكم قيمي (ما عدا «القيمة الابستيمولوجية»)، على حين أن المناقبية وهي في جوهرها لا موضوعية، تبقى أبداً خارج مجال المعرفة.

إن هذا التمييز الجذري، المطروح كبديهة، هو الذي انشأ (خلق) العلم. وأجد نفسي هنا راغباً في أن أسجل أنه، إذا كان هذا الحدث الفريد في عالم الثقافة قد ظهر في الغرب المسيحي، لا في أية حضارة أخرى، فذلك قد يعود، إلى حد ما، إلى أن الكنيسة كانت تعترف بتمييز جوهري بين المجال «المقدس» والمجال «الدنيوي». هذا التمييز لم يسمح للعلم أن يبحث عن طرقه وحسب (شريطة الا يتعداها إلى المجال «المقدس»). بل ومهد للفكر طريق التمييز الأكثر جَذْرية، ذلك الذي يفترضه مبدأ الموضوعية. وقد يصعب على الغربيين أن يفهموا بسهولة أنه لا يوجد في بعض

الأديان (أو بالأحرى، لا يمكن أن يوجد) أي تمييز بين المقدس والدنيوي. ففي الهندوسية، كل شيء يرتبط بحيز المقدس، حتى إن فكرة «الدنيوية» غير مفهومة فيها.

لم يكن ذلك سوى استطراد. لنعد الى الوقائع. لقد منعت مسلمة الموضوعية في الوقت نفسه الذي ألغت فيه «التحالف القديم»، كل خلط بين أحكام المعرفة وأحكام القيمة. يبقى أن هاتين المقولتين مرتبطتان حكماً في النشاط بما في ذلك القول. ولكي نبقى مخلصين للمبدأ، فاننا نحكم بأن كل قول (خطاب) (أو نشاط) يجب ألا يعتبر كأمر دالٍّ وأصيل الاّ بمقدار ما يبرز التمييز بين هاتين المقولتين اللتين يربط بينهما ويحافظ عليه. إن مفهوم الأصالة، وقد حدد على هذا النحو، يصبح الميدان المشترك الذي تلتقي فيه (تتداخل) المناقبية والمعرفة، حيث تكشف القيم والمعرفة المؤتلفتان على غير خلط، دلالتها الكاملة لكل من يتحقق من رجعها (صداها). أما الخطاب غير الأصيل الذي تكون فيه المقولتان مختلطتين، فإنه لا يفضي إلا الى أشد اللغو ضرراً وأكثر الكذب اجراماً حتى ولو كانا لا واعيين.

إننا نرى جيداً هذا الخلط الخطر يمارس باستمرار وبانتظام في القول (الخطاب) «السياسي» (وكلمة «خطاب» مأخوذة دائماً بالمعنى الديكارتي)، ليس فقط من قبل ذوي النزعة السياسية، بل إن رجال العلم أنفسهم، خارج ميادينهم، يبدون في الغالب، وبشكل خطر، غير قادرين على التمييز بين مقولات القيمة ومقولات المعرفة.

ليس ذلك سوى استطراد آخر، لنعد الى مصادر المعرفة. لقد قلنا بأن الاحيائية لا تريد، ولا هي قادرة، أن تقيم تمييزاً بين عروض المعرفة وأحكام القيمة، ذلك أنه، إذا كان ثمة غاية (قصد) مهما كانت مقنعة بإتقان، يفترض وجودها في الكون، فأي معنى لتمييز كهذا؟ أما في نظام موضوعي، فكل لَبس بين المعرفة والقيم محظور. غير أن هذا المحظور ـ أو هذه «الوصية الأولى» ـ الذي يؤسس المعرفة الموضوعية (وهنا النقطة الجوهرية أي المفصل المنطقي الذي يربط على مستوى الجذر المعرفة والقيم)، ليس هو نفسه، ولا يمكن أن يكون موضوعياً: إنها قاعدة «أخلاقية» أي أنها انضباط. إن المعرفة الحقيقية تجهل القيم، غير أن انشاءها يحتاج الى أن يكون هناك حكم، أو بالأحرى بديهية (أولية) قيمية. فمن المؤكد أن إرساء مسلمة الموضوعية كشرط للمعرفة الحقيقية يكون «اختياراً» مناقبياً لا حكماً معرفياً. ذلك أنه بالاستناد الى هذه المسلمة نفسها، لم يكن ممكناً وجود معرفة «حقيقية» سابقة لهذا «الاختيار الاصطلاحي». إن مسلمة الموضوعية في اقامتها ضوابط (قاعدة) المعرفة، تحدد قيمة، هي المعرفة الموضوعية نفسها. والقبول إذاً بمسلمة الموضوعية هو بمثابة إشهار لمبدأ أساسي لمناقبية ما: مناقبية المعرفة.

مناقبية المعرفة

وفي مناقبية المعرفة، فإن إختيار المناقبية لقيمة بدائية ليس هو الذي يؤسس المعرفة. وبهذا تختلف مناقبية المعرفة جذرياً عن المناقبية الاحيائية التي تدعي أنها مبنية على «معرفة» القوانين الطامنة المفروضة على الانسان، دينية كانت أم «طبيعية». إن مناقبية المعرفة لا تفرض على الانسان بل إنه هو الذي يفرضها على نفسه، وذلك يجعلها بداهة شرطاً لأصالة كل مقال (خطاب) أو كل نشاط. إن المقال (الخطاب) في المنهج Discours de la méthode يعرض ابستيمولوجية معيارية، غير أنه يجب أن يقرأ قبل كل شيء كتأمل أخلاقي وتقشف فكري.

ثم إن المقال (الخطاب) الأصيل يقيم (يؤسس) بدوره العلم، كما يضع بين يدي الانسان القدرات الهائلة التي تغنيه اليوم وتهدده في آن معاً، فتحرره ولكن يمكنها أيضاً أن تستعبده. إن المجتمعات الحديثة المنسوجة بالعلم والتي تعيش على نتاجه قد أصبحت تابعة له كتبعية المدمن للمخدر. إنها تدين بقوتها المادية للمناقبية المؤسسة للمعرفة. كما تدين بضعفها الأخلاقي لأنظمة القيم التي دمرتها المعرفة نفسها والتي ما برحت تحاول أن ترجع (تستند) اليها. إن هذا التناقض لمميت. إنه هو الذي يحفر الهاوية التي نراها تنفتح تحت أقدامنا. إن مناقبية المعرفة، خالقة العالم الحديث هي الوحيدة المتلائمة معه، وهي الجديرة وحدها، متى فهمت وقبلت، بأن توجه تطوره.

ولكن هل يُقَيَّض لمناقبية المعرفة أن تفهم وتقبل؟ لئن كان صحيحاً، كما أعتقد، أن قلق الوحدة، والحاجة الى تفسير كلّي وملزم، هما فطريان عند الانسان، وان هذه التركة المتحدرة إلينا من الأزمنة السحيقة ليست فقط ثقافية بل ووراثية أيضاً، فهل يمكن أن نفكر بأن هذه المناقبية الصارمة، المجردة، العنفوانية، تستطيع أن تهدىء القلق وتشبع الالحاح؟ لست أدر ي. لعل ذلك ليس مستحيلاً تماماً في نهاية المطاف. وهل تكون حاجة الانسان الى التجاوز والتعالي أكثر من حاجته الى «تفسير» قد لا يسع مناقبية المعرفة أن تقدمها له؟ إن قوة الحكم الاشتراكي العظيم، الذي ما زال حياً في النفوس تبدو وكأنها تشهد على صحة ذلك. وما من نظام قيّم يستطيع الادعاء بأنه يكون مناقبية حقيقية الاّ إذا طرح مثالاً يتعالى على الفرد الى درجة يبرر معها، عند الحاجة، التضحية بنفسه (الفرد) لأجله (المثال).

ولعل مناقبية المعرفة، بفضل سمو طموحها، تستطيع أن ترضي هذا الالحاح الى التجاوز. إنها تحدد قيمة متسامية هي المعرفة الحقيقية، وتطرح على الانسان، بدل

أن يستخدمها أن يكرس نفسه لها باختيار قصدي واع. وهي، بالاضافة الى ذلك، تمثل نزعة انسانية، لانها تحترم في الانسان كونه خالقاً لهذا التسامي (التعالي) ومؤتمناً عليه.

ثم إن مناقبية المعرفة هي كذلك، «معرفة للمناقبية» وللكائن البيولوجي في نزعاته وأهوائه وتطلباته وحدوده. إنه لا يرى في الانسان الحيوان العبثي بل الغريب أي الثمين بغرابته نفسها، الكائن الذي جعله انتماؤه المزدوج في الآن نفسه إلى مملكتين: مملكة الغلاف الحيوي ومملكة الأفكار، يتعذب ويغتني معاً بهذه الازدواجية الممزّقة التي تبرز في الفن والشعر كما في الحب الانساني.

وعلى العكس من ذلك، فان الأنظمة الاحيائية حاولت كلها تقريباً أن تتجاهل أو تحقر أو تكبح الانسان البيولوجي، وتجعله يشعر بالهول والذعر تجاه التفاصيل الملازمة لشرطه الحيواني. أما مناقبية المعرفة فإنها بالمقابل تحث الانسان على احترام هذه التركة والاضطلاع بها، وعلى السيطرة عليها عندما تدعو الحاجة لذلك. أما بالنسبة للخصائص الانسانية السامية، كالشجاعة والايثار والكرم والطموح الخلاق، فإن مناقبية المعرفة، مع إقرارها بمنشئها الاجتماعي ـ البيولوجي، تؤكد على قيمتها السامية في خدمة المثل الأعلى الذي تعينه.

وأخيراً فإن مناقبية المعرفة هي في نظري الموقف الوحيد العقلاني والمثالي العمدي في آن معاً، والذي يمكن أن تبنى عليه اشتراكية حقيقية. إن هذا الحلم الكبير للقرن التاسع عشر ما زال حياً في النفوس الشابة بشدة مؤلمة. مؤلمة بسبب الخيانات التي عانى منها هذا المثل الأعلى والجرائم التي ارتكبت باسمه. إنه لمأساوي، ولعله كان أمراً لا مناص منه، ألا تكون هذه الأمنية العميقة قد وجدت عقيدتها الفلسفية إلّا على شكل ايديولوجية احيائية. إنه من السهل أن نرى أن النبوءة التاريخية المؤسسة على المادية الجدلية كانت، منذ ميلادها، مثقلة بكل التهديدات التي تحققت في الواقع. ولعل المادية التاريخية، أكثر من أي نظام احيائي آخر، قد ارتكزت على لَبس كامل بين مقولات القيم والمعرفة. إن هذا اللبس نفسه هو الذي يتيح لها، في خطاب زائف، أن تؤكد بأنها قد أقامت «علمياً» قوانين التاريخ التي ليس للانسان من ملجأ أو واجب آخر غير إطاعتها، إذا كان لا يريد أن يدخل في عالم العدم.

يجب التخلي، نهائياً، عن هذا الخداع الصبياني لكي لا نقول القاتل. إذ كيف يمكن لاشتراكية أصيلة (صحيحة) ان تبنى على ايديولوجية زائفة في جوهرها، هي

سخرية العلم الذي تدَّعي، وبإخلاص في ذهن اتباعها، أنهـا تستند اليـه؟ إن الأمل الوحيد للاشتراكية ليس في «إعادة نظر» في الايديولوجية التي تسيطر عليها منذ أكثر من قرن من الزمن، بل بترك هذه الايديولوجية نهائياً.

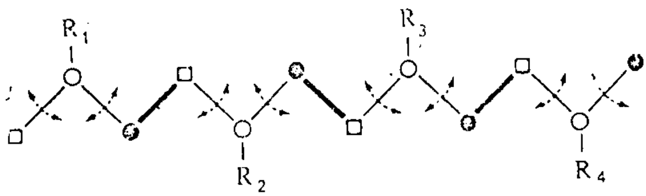
إين يكمن إذاً مصدر الحقيقة والالهام الأخلاقي لنزعة انسانية اشتراكية علميـة فعلاً، إن لم يكن ذلك في منابع العلم نفسـه، أي في المناقبيـة التي تؤسس المعرفـة جاعلة منها بموجب اختيار حر، مقـاس جميع القيم الأخـرى وضمانتهـا معاً. إنهـا مناقبية تؤسس المسؤولية الاخلاقية على حـرية هـذا الاختيار البـديهية ذاتهـا. إن مناقبية المعرفة وحدها، المسلَّم بها كركيزة للمؤسسات الاجتمـاعية والسيـاسية، أي كمقاس لاصالتهـا وقيمتها، يمكن أن تقـود الى الاشتراكيـة. إنها تفـرض مؤسسات موجهة للدفاع عن المملكة السامية (المفارقـة) للأفكـار والمعرفـة والخلق، وعن نشرها وإغنائها، مملكة تُسكِن الانسان فيها. حيث يتمكن، بتحرره التـدريجي من الضغوط المادية والعبوديات الكاذبة للاحيائية، من العيش أخيراً بـأصالـة، (بصدق) تحميـه مؤسسات ترى فيه ذات هذه المملكة وخالقها في آن، فتلزم بخدمته في جـوهره الأثمن والأكثر تفرداً.

قد يكون ذلك وهماً، ولكنه ليس حلماً متهافتاً. إنها فكرة تفرض نفسها بفضل قوة تمـاسكها المنطقي وحـدها. إنهـا الخلاصـة التي يقود اليهـا بالضرورة، البحث عن الأصالة. إن الحلف القديم قد انهار، والانسان يدرك أخيراً أنه وحيد في أرجـاء هذا الكون اللامبالي حيث انبثق صدفـة وواجبه كقـدره، ليس مكتوبـاً في أي مكان، ولـه وحده أن يختار بين المملكة والظلمات.

ملاحق

1 ـ بنية البروتينات

البروتينات جزيئات كبيرة (macromolécules) مكوّنة من التماثر الخطي (polymérisa- tion linéaire) لأجسام تدعى «الحموض الأمينية» والبنية العامة لسلسلة الببتيدات المتعددة (Chaine polypeptidique) التي تنتج عن هذا التماثر، هي التالية:



في هذا الرسم تمثل المربعات والدوائر البيضاء والسوداء، جذوراً مختلفة (NH = O; CO = O; CH = O)، أما الأحرف R_1, R_2 الخ فتمثل جذوراً عضوية مختلفة.

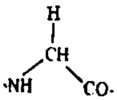
يحتوي الجدول رقم (1) على جذور الحموض الأمينية العشرين، المركبات الكونية للبروتينات.

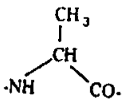
في السلسلة الببتيدية ثلاثة نماذج من الترابطات (liaisons) بين ذرّات أو بين مجموعات ذرات. وهذه الترابطات هي:

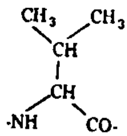
1 ـ بين دائرة بيضاء ودائرة سوداء (CH – CO)؛
2 ـ بين دائرة بيضاء ومربع (CH – NH)،
3 ـ بين دائرة سوداء أو مربع (NH – CO).

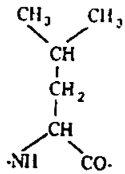
الجدول 1: جذور الحموض الأمينية

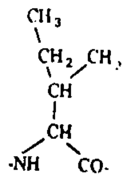
(1) Hydrophobes — (1) نافـر من الماء

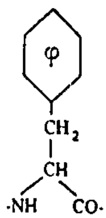

Glycyl (*Gly*) غليسيل

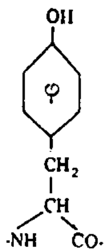

Alanyl (*Ala*) آلانيل

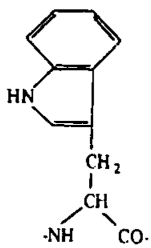

Valyl (*Val*) فاليـل

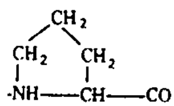

Leucyl (*Leu*) لوسيـل

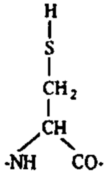

Isoleucyl (*Ileu*) ايـزولوسيـل

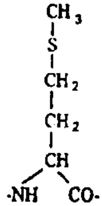

Phénylalanyl (*Phe*) فينيلالانيل


Tyrosyl (*Tyr*) تيروسيل


Tryptophanyl (*Try*) تريبتو فانيل

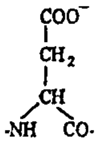

Prolyl (*Pro*) بروليل


Cystéinyl (*Cys*) سيستيئينيل

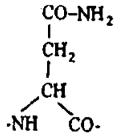

Méthionyl (*Met*) ميتيونيل

(2) Hydrophiles

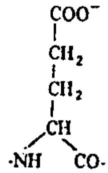
(2) أليف الماء



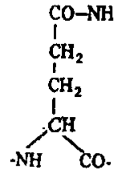
Aspartyl
(Asp)
أسباراتيل



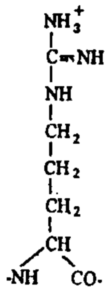
Asparagyl
(AspN)
أسبراجيل



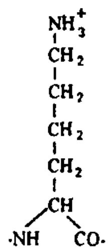
Glutamyl
(Glu)
غلوتاميل



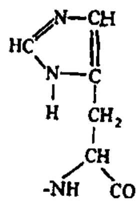
Glutaminyl
(GluN)
غلوتامينيل



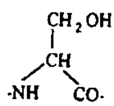
Arginyl
(Arg)
أرجينيـل



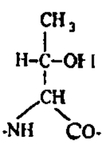
Lysyl
(Lys)
ليسيل



Histidyl
(His)
هيستيديل



Séryl
(Ser)
سيريـل



Thréonyl
(Thr)
تريونيل

الترابط الأخير (ويدعى «ببتيدي») هو ترابط قويّ (وتمثله الخطوط السميكة في الشكل)، يثبّت بقوة كلا من الذرّتين اللتين يربط بينهما. وعلى العكس، فإن النموذجين الآخرين يسمحان بدوران حرّ (الأسهم المنقطة) لكلّ من الذرتين بالنسبة إلى الأخرى، مما يتيح للّيفة الببتيدية المتعددة بالالتفاف على نفسها بطريقة بالغة التعقيد ومتنوّعة. إن تزاحم الذّرات (خاصة تلك التي تكوّن الجذور R_1 R_2 الخ). وحده هو الذي يحّد مبدئياً من إمكانات هذا الانثناء.

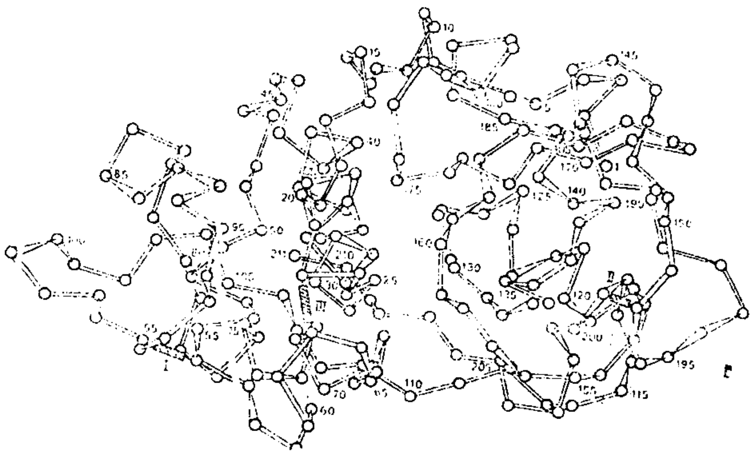
البروتينات الكروية الطبيعية، تتخذ كلّ الجزيئات العائدة الى نوع كيميائي معيّن (محدد بتعاقب الجذور في السلسلة) الشكل المنثني نفسه.

ويعطي الشكل (5)، على نحو مبسّط، شكل «السلسلة الببتيدية» المتعددة العائدة الى جزيء أنزيم البابايين (Papaine) وفيه تبدو درجة تعقيد الجزيء وعدم تماسكه الظاهري.

الشكل (5)

صورة بيانية لانثناءات السلسلة الببتيدية في جزيء البابايين

J. Drenth, J.N. Jansonius, R. Koekhoek, H.M. Swen et B.G. Wolthers, Naturem 218, p. 929-932 (1968).



2 ـ الحموض النووية

هي جزيئات كبيرة، ناتجة عن التماثر الخطّي لأجسام تدعى «نويدات» وهذه الأخيرة تتكّون من ارتباط سكر بقاعدة آزوتية من جهة، وبجذر فسفوريل من الجهة الأخرى.

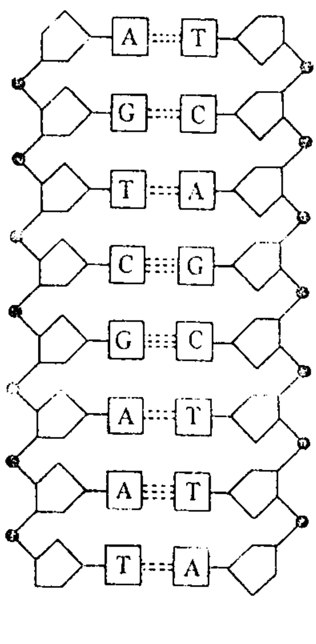
ويحدث التماثر، بفضل مجموعات الفسفوريل التي تربط كل سكر في الجزيء بالسكر اللاحق والسكر السابق، محققة بذلك سلسلة «نويدية متعددة».

في الـ .A.D.N (الحمضي الـريبي النووي المنقـوص الأكسجين) يـوجد أربـع نـويـدات تختلف كل منهما عن الأخرى ببنية القاعدة الآزوتية المكوّنة. وهذه القواعد الأربع، المسماة أدنين (Adénine) وغوانين (Guanine) سيتوزين (Cytosine) وتيمين (Thymine) يرمـز إليها عادة بالأحرف اللاتينية A و G و C و T، التي تكوّن أحرف «الفباء الوراثية».

ولأسباب حيّزية يكوّن الأدنين (A) تلقائيا ترابطا لا تشاركيـا مع التيمـين (T) والغوانـين (G) مع السيتوزين (C).

يتكـوّن الـ .A.D.N من ليفتي نويـد متعدد، مـرتبطتين معـا بواسطـة هذه الـترابطـات اللاتشاركية الخاصة. وفي الليفة المزدوجة تتحّد القاعدة (A) العائدة الى احدى الليفتـين مع القاعدة (T) العائدة الى الليفة الأخرى، والقاعدة (G) مع (C) و (T) مع (A) و (C) مع (G).

هذه البنية ممثلة على نحو مبسّط في الشكل (6) حيث ترمز المخمّسات الى جذور السكـر، والدوائر السوداء الى ذرّات الفسفور التي تؤمن اتصـالية كـل من الليفتين، والمـربّعات الى القواعد المقترنة (A-T; G-C; T-A; C-G) بفضل ترابطـات تشاركيـة ممثّلة بخطـوط متقطعة. هذه البنية تقبل كل التعاقبات المزدوجة الممكنة، وهي ليست محدودة طولاً.



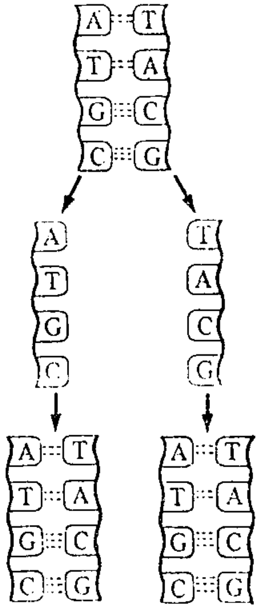
الشكل (6)

تتم عملية التناسخ لهذا الجزيء بانفصال الليفتين احـداهما عن الأخـرى يتبعه إعـادة تكوين كل منهما، نويد بعد آخر، ويمكن أن نرمـز الى ذلك بـرسم مبسّط، وبالاقتصـار على أربعة أزواج فقط، بالطريقة المشار اليها في الشكل (7).

إن كلا من الجزيئين المتخلّقين يحتوي على إحدى الليفتين من الجزئي الأساسي وعلى ليفة ذات تكوين جديد ناتجة عن الاقترانات ذات الخاصية، نويد بعد آخر.

لذلك، فإن كلاًّ من هذين الجزيئين مماثل للآخر وللجزيء الأساسي نفسه. هذه هي آلية الثباتية التناسخية، البسيطة من حيث مبدئها.

وتنتج الطفرات عن مختلف أنماط من الطوارىء التي تتعرّض لها هذه الآلية المجهرية. اننا نعرف الآن الإوالية الكيميائية لبعض هذه الطوارىء. فاستبدال زوج من النويدات بآخر عائد إلى أن القواعد الآزوتية يمكنها أن تتخذ، علاوة على حالتها «الطبيعية»، وبشكل استثنائي وعابر، شكلاً تكون فيه قدرة الاقتران، الخاصة بالقاعدة «معكوسة» (مثلاً القاعدة C في الشكل «الاستثنائي» تقترن بالقاعدة A لا بالقاعدة G).



الشكل (7)

ومن المعروف أن هناك عوامل كيميائية تزيد كثيراً من احتمال حدوث (أي تواتر) هذه الاقترانات «المحظورة». هذه العوامل هي «مولّدات طفرات» فعّالة.

بعض العوامل الكيميائية الأخرى القابلة للاندماج في نويدات ليفة الـ A.D.N. تبدّل شكل الليفة وتسهّل حدوث طوارىء كحذف أو زيادة نويد واحد أو عدة نويدات.

وأخيراً يمكن للإشعاعات المشّردة (الأشعة السينية والإشعاعات الكونية) أن تحدث أنماطاً من الحذف أو من «الأخطاء المطبعيّة».

3 ـ الكود الوراثي

إن بنية وخصائص بروتين معيّن تتحدّد بالتعاقب (الخطي الانتظام) لجذور الحموض الأمينية في الببتيد المتعدد. وهذا التعاقب محدّد من قبل تعاقب النويدات في جزء من ليفة الـ A.D.N. ان الكود الوراثي (بتحديد المعنى) هو القاعدة التي يرتبط بموجبها تعاقب ببتيدي متعدد بتعاقب نويدي متعدد.

وبما أنه يوجد عشرون متبقياً من الحموض الأمينية تخضع من جهة لأربعة «أحرف» فقط (4 نويدات) في الفباء الـ A.D.N.، فإنه يلزم عدّة نويدات لتحديد حمض أميني واحد. والواقع أن الكود ذو «ثلاثيات»: كل حمض أميني يحدّد من قبل ثلاثة نويدات (راجع الجدول التالي:

الجدول 2: الكود الوراثي

I ↓ II →	U	C	A	G	III ↓
U	Phe Phe Leu Leu	Ser Ser Ser Ser	Tyr Tyr لا مقابل لا مقابل	Cys Cys لا مقابل Tyr	U C A G
C	Leu Leu Leu Leu	Pro Pro Pro Pro	His His GluN GluN	Arg Arg Arg Arg	U C A G
A	Ileu Ileu Ileu Met	Thr Thr Thr Thr	AspN AspN Lys Lys	Ser Ser Arg Arg	U C A G
G	Val Val Val Val	Ala Ala Ala Ala	Asp Asp Glu Glu	Gly Gly Gly Gly	U C A G

في هذا الجدول، يقرأ الحرف الأول من كل ثلاثية في العمود الأيسر، ويقرأ الحرف الثاني في الصف الأفقي والثالث في العمود الأيمن. أما أسماء الجذور العائدة إلى الحموض الأمينية فمغطاة بشكل مختصر. (انظر جدول الجذور. ص 168 و169).

وتجدر الاشارة هنا الى أن آلية الترجمة لا تستعمل مباشرة التعاقب النويدي للـ .A.D.N، بل نويداً متعدداً آخر، ذا ليفة واحدة (ناتج عن «نسخ» إحدى الليفتين)، يدعى «الحمض الريبي النووي الرسول» (.A.R.N الرسول).

وتتميز النويدات المتعددة ذات الـ .A.R.N ببعض التفاصيل البنيوية، خاصة بحلول الأوراسيل (U) مكان التيمين (T). وبما أن الـ .A.R.N الرسول هو القالب للتجمع التعاقبي

للحموض الأمينية المعدّة لتكوين الببتيدات المتعددة، فان الكود (الوراثي) قد أشير اليه في الجدول، في كتابته بالفباء الـ .A.R.N لا .A.D.N.

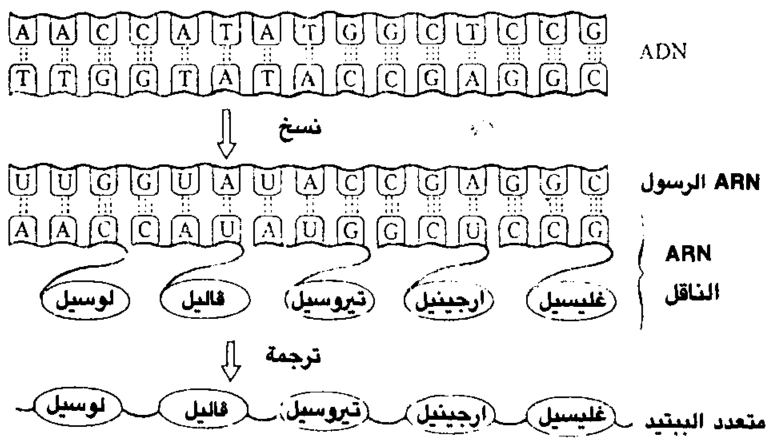
بالنسبة لأكثر الحموض الأمينية يوجد عدّة تدليلات رمزية مختلفة على شكل «ثلاثيات» نويدية. ففي الفباء مكوّنة من أربعة أحرف يمكن تشكيل $4^3 = 64$ «كلمة» من ثلاثة أحرف. والحال أنه يجب تحديد عشرين متبقي لا أكثر. وبالمقابل، يوجد ثلاث ثلاثيات (UAA, UAG, UGA) لا يقابلها أي حمض أميني (وقد أشرنا اليها في الجدول بكلمة «لا مقابل»)، غير أنها تلعب دوراً هاماً «كعلامات وقف» في قراءة التعاقب النويدي.

إن إوالية الترجمة معقدة، ويدخل فيها عدّة مكوّنات ذات جزيئات كبيرة. وليست معرفة هذه الإوالية ضرورية لادراك معنى النص، يكفي أن نشير الى الأجسام الوسيطة الممسكة اجمالاً بمفتاح الترجمة. وهذه الأجسام تعرف بالـ .A.R.N. الناقل (ARN de transfer) وتحتوي الجزيئات العائدة لهذه الأجسام على:

1 ـ تجمع متقبل للحموض الأمينية، ثمة أنزيمات معيّنة، تتعرف من جهة على حمض أميني، ومن الجهة الأخرى على الـ .A.R.N المتقبل وتحفز الارتباط بين الحمض الأميني وجزيء الـ .A.R.N.

2 ـ تعاقب تميم لكل من ثلاثيات الكود (الوراثي)، مما يسمح لكل .A.R.N الناقل أن يقترن بثلاثية مقابلة للـ .A.R.N الرسول.

ويحدث هذا الاقتران باشتراك جسم معقد (الجسم الريبي) الذي يلعب إجمالاً دور «منضدة العمل» لتجميع مكوّنات هذه الإوالية، ويقرأ الـ .A.R.N الرسول تعاقبياً، ذلك أن إوالية لم يكشف النقاب عنها بعد، تسمح للجسم الريبي بالتقدّم، ثلاثية بعد أخرى، على طول سلسلة النويدات المتعددة.



كل ثلاثية تقترن بدورها، على صفحة الريبوزوم الخارجية، بالـ .A.R.N الرسول المقابل، حامل الحمض الأميني المعيّن من قبل الثلاثية. ويقوم أنزيم خاص عند كل مرحلة، بتحفيز تشكّل ترابط ببتيدي بين الحمض الأميني الذي يحمله الـ .A.R.N والحمض الأميني السابق في نهاية السلسلة الببتيدية المتعددة التي سبق أن تكوّنت، والتي تكون قد ازدادت هكذا بمقدار وحدة اضافية. بعد ذلك يتقدم الريبوزوم بمقدار ثلاثية، وتعود السيرورة من جديد.

ويعطي الشكل أعلاه صورة مبسّطة ومبدئية عن إوالية للاعلام العائد لتعاقب (اختير عشوائيا) في الـ .A.R.N. في الشكل، يفترض أن يكون .A.R.N الرسول منسوخا، انطلاقا من ليفة الـ .A.R.N المشار اليها بنجمة والحقيقة أن الـ .A.R.N تقترن تباعا، الواحدة تلو الأخرى بالرسول. وللايضاح أبرزت في الشكل مقترنة معاً.

4 ـ حول معنى المبدأ الثاني للتحريكية الحرارية

لقد كتب الكثير حول معنى المبدأ الثاني للتحريكية الحرارية وعن القصور الحراري وعن المعادلة بين القصور الحراري السلبي والاعلام، مما يدعو الى التردد أمام استعادة مختصرة لهذا الموضوع. ومع ذلك فقد يكون في التذكير فائدة لبعض القرّاء.

في شكله التحريكي الحراري في البحث (الذي أعلنه كلوسيوس Clausius سنة 1850 كتعميم لنظرية كارنو (Carnot)، يتكهّن المبدأ الثاني بأن أي فرق في درجة الحرارة داخل نطاق معزول طاقيّا، يتجه تلقائيا الى الالتغاء. وبمعنى آخر، إن المبدأ يوضح بأنه ضمن نطاق كهذا، حيث تكون درجة الحرارة موحّدة، يستحيل ظهور فارق كمون حراري بين نقاط مختلفة من النظام. من هنا مثلاً ضرورة بذل طاقة لتبريد الثلاجة.

والحال أن ضمن نطاق ذي درجة حرارة موحدة، حيث لا يوجد أي فارق كمون، لا يمكن أن تحدث أية ظاهرة (عيانية)، ويكون النظام جامداً. لذلك، وضمن هذا المعنى، يتكهّن المبدأ الثاني بانحطاط حتمي للطاقة في نظام معزول كالكون. و«القصور الحراري» هي الكمية التحريكية الحرارية (الترموديناميـة) التي تقيس مستوى انحطاط طاقة نظام ما. إذاً، فكل ظاهرة مهما كانت، يصحبها حتما، حسب المبدأ الثاني، زيادة في القصور الحراري ضمن النظام الذي تحدث فيه.

إلّا أن تطوير النظرية الحركية للمادة (أو الإوالية الاحصائية Mécanique Statistique) هو الذي أظهر المغزى العميق والشامل للمبدأ الثاني. إن انحطاط الطاقة، او زيادة القصور الحراري هي نتيجة متوقعة احصائياً لحركات الجزيئات العشوائية. لنفترض مثلاً أنه قد وضع نطاقان، لكل منهما درجة حرارة مختلفة عن الآخر، على اتصال احدهما بالآخر. إن الجزيئات «الحارة» (أي السريعة) والجزيئات «الباردة» (أي البطيئة) سيمرّ كل منها، حسبما يتفق خط سيرهما، من نطاق الى آخر، مما سيلغي بالضرورة الفرق بين درجتي حرارة النطاقين. ان هذا المثل يوضح ان زيادة القصور الحراري في نظام كهذا مرتبطة

بزيادة الاختلال: ان الجزيئات البطيئة والجـزيئات السريعـة، المنفصلة عن بعضهـا بادىء الأمر، تصبح ممتزجة، والطاقة الكاملة للنظام تصبح موزعة احصائيا بينها كلها من جـرّاء اصطدامها ببعض، من ناحية أخرى، فان النطاقين، المتميزين في البدء (بدرجتي حرارتهما) يصبحان متكافئين...

قبل الاختلاط كان النظام قابلاً لانجاز شغل من جرّاء فارق الكمـون بين النطـاقين، اما بعد حصول التوازن الاحصائي فلا يعود من مجال لحدوث أية ظاهرة ضمن النظام.

ولما كانت زيـادة القصور الحـراري تقيس الاختلال في نظـام معين، فـان زيادة التنظيم يقـابله انخفـاض في القصور الحـراري أو كما يقـال أحيانـا ارتفاع في القصـور الحراري السلبي (أو النيغنتروبيا). غير أن درجة التنظيم في نظام معين يمكن تعريفهـا بلغة أخـرى: لغة الإعلام (information). بهـذه اللغة يكـون التنظيم في نظام معـين مساويـاً لكمية الاعـلام الضرورية لتعـريف هـذا النظـام. من هنـا فكـرة التكـافؤ بـين «الإعـلام» و«النيغنتروبيا» المعزوة الى زيلار (Szilard) وليون بريلـوان (Léon Brillouin). فكرة خصبـة للغاية، ولكنها قابلة لأن تتيح المجال لتعميمات ومقارنات متهوّرة. ومع ذلك يبقى من المشروع اعتبار أن أحد البيانات الجوهرية لنظريـة الإعلام (Théorie de l'information) والتي تقـول بأن نقل كـل رسالـة يصحبه بـالضرورة شيء من التبريـد للإعـلام الذي تحتـويه، هـو، في المعلوماتية (Informatique) المعادل للمبدأ الثاني في التحريكية الحرارية (الترموديناميه).

في هذا الكتاب

■ التمييز بين الأجسام الطبيعية والأجسام المصطنعة وتحديد ميزات كل من هذه الأجسام.

■ البروتينات كعوامل جزيئية للعوامل البنيوية والوظيفية.

■ الحمض الريبي النووي منقوص الأكسجين ودوره في نسخ الكود الوراثي وترجمته.

■ التطور بين مفهوم المصادفة ومفهوم الضرورة، مفارقة استقرار الأنواع ودور اللغة في تطور الإنسان.

■ الحدود الراهنة للمعرفة البيولوجية وعلاقتها بالجهاز العصبي المركزي.

المؤلف

جاك مونو

■ ولد في فرنسا سنة 1910 وتوفي في مدينة كان سنة 1976.

■ عالم في الكيمياء الحيوية حاز على جائزة نوبل في الطب سنة 1965 مع كل من فرنسوا جاكوب وا. لوف A. Lwoff نتيجة أعمالهم المتعلقة بإوالية الكيمياء الحيوية في نقل المعلومات الوراثية ودور الحمض الريبي منقوص الأكسجين DNA.

■ من مؤلفاته:

- المصادفة والضرورة، (1970).

المترجم

د. عصام مياس

■ ولد في بيروت سنة 1933

■ حصل على الدكتوراه في بيولوجيا الحيوان من جامعة باريس سنة 1969.

■ أستاذ متعاقد في كلية الزراعة في الجامعة الأميركية، وكلية العلوم في الجامعة اللبنانية.

■ من أشهر مؤلفاته العلمية:

- مشاكل تلوث البيئة الزراعية وتطوير طرق وقاية المزروعات، بيروت، 1977، معهد الإنماء العربي.
- الأسس الجزيئية للكائنات الحيّة، بيروت، 1978، معهد الإنماء العربي.

الثمن 5 دولارات